الشفاء

الرياضيات

٤ - علم الهيئة

مراجعة وتصدير

الدكتور ابراهيم بيومي مدكور

تحقيق

الدكتور محمد رضا مدور   الدكتور إمام ابراهيم أحمد

الهيئة المصرية العامة للكتاب

١٩٨٠

الشِّفَاءُ

ابن سينا

الشفاء

الرّياضيّات

٤ - علم الهيئة

مراجعة وتصدير

الدكتور ابراهيم بيومي مدكور

تحقيق

الدكتور محمد رضا مدور الدكتور إمام ابراهيم أحمد

الهيئة المصرية العامة للكتاب

١٩٨٠

محتويات الكتاب

رقم الصفحة

رقم الصفحة

تصدير

للدكتور إبراهيم مدكور

بدأت الحركة العلمية فى الإسلام منذ عهد مبكر ، فعولج قدر منها فى أخريات القرن الأول للهجرة ، وانصبت أولا على العلوم الإنسانية من فقه وحديث ، وأدب ولغة ، ثم لم تلبث أن امتدت إلى العلوم الطبيعية والرياضية ، وتعمق المسلمون فى درسها جميعا فى القرون الثلاثة التالية ، وحرصوا على أن يفيدوا من الثقافات السابقة ، شرقية كانت أو غربية ، فأخذوا عن الثقافة الهندية والفارسية ، كما أخذوا عن الثقافة اليونانية واللاتينية ، ورسموا مناهج واضحة للدرس والبحث ، وقامت بينهم مدارس وفرق امتازت كل واحدة منها ببعض الآراء والنظريات . وعنوا عناية خاصة ، بين العلوم الطبيعية والرياضية ، بثلاثة منها هى الطب ، والكيمياء ، والفلك ، أو علم الهيئة كما كانوا يسمونه . وأدع جانبا الطب والكيمياء ، وأقف قليلا عند علم الفلك . وفى وسعنا أن نقرر أنه لاتكاد توجد دراسة تجريبية أولع بها علماء الإسلام ولوعهم بالظواهر الفلكية ، فأسسوا المراصد ، واستخدموا آلات الرصد الدقيقة ، وقاموا بعدة أرصاد كشفت عن حقائق علمية هامة . وتنافس فى ذلك الخلفاء والولاة ، فكان لكل خليفة أو وال مرصده الخاص الذى يشرف عليه فلكى كبير ، ومن بين هذه المراصد مرصد المأمون فى جبل قيسون بدمشق ، ومرصد بنى شاكر ببغداد ، والمرصد الحاكمى فى جبل المقطم بالقاهرة ، ومرصد المراغة لنصير الدين الطوسى .

ولا غرابة فقد اختلط الفلك بالتنجيم منذ نشأته ، وكم من علوم حقة نبتت فى جو الخرافات والأساطير . وكان الإنسان ولايزال مولعا بتعرف

غده والكشف عن حظه ومستقبله ، فربط سعادته وشقاءه ، وصحته ومرضه ، بحركات الأجرام السماوية ورغب فى أن يتقى الحروب والآفات بواسطة التنجيم . يتفاءل لمطلع نجم ، ويتشاءم لاختفائه ، فأفسح المجال للعرافين والمنجمين . ويقال إن المنصور الخليفة العباسى الثانى كان شغوفا بالمنجمين يصطفيهم ويصحبهم فى أسفاره ورحلاته ، وفى ضوء تنبؤاتهم وضع الحجر الأساسى لمدينة بغداد . وكثيرا ما كان يلجأ الحاكم بأمر الله إلى مرصده لكى يقرأ الطالع ويكشف عن الغيب . وقد سمى التنجيم فى الثقافة العربية باسم « علم أحكام النجوم » ، وسلم به قوم ، وأنكره آخرون ، وفى مقدمة من أنكروه الكندى ، والفارابى ، وابن سينا ، وابن حزم ، وابن طفيل . ونخطئ إن زعمنا أن أرسطو وبطليموس ، بين الفلكيين القدامى لم يفسحا له المجال .

وللشرق بحوثه الفلكية التى عرفت لدى قدماء المصريين والبابليين ، ولدى الهنود والفرس ، ومنها ما سبق البحوث اليونانية وأثر فيها. وقد دفع الإسلام هذه البحوث دفعة قوية بما فرض من فروض ، وحدد من مواقيت إلى جانب ما للتنبؤ والتنجيم من جذب وإغراء . ويظهر أن الفلك الهندى كان أسبق إلى العالم الإسلامى من الفلك اليونانى ، فقد دعا المنصور محمد بن إبراهيم الفزارى إلى ترجمة « كتاب السند هند » ، فنقله من السنسكريتية إلى العربية . وقدر لهذا الكتاب الذى لم يصلنا شىء منه أن يحيا وأن يتدارس حتى عهد المأمون . ثم اتجهت الأنظار إلى بطليموس الذى عده علماء الإسلام بحق الفلكى اليونانى الأول ، وأشادوا كثيراً بكتابه « المجسطى » الذى كان عماد دراستهم الفلكية . واعتبروه ثالث ثلاثة من الكتب التى لا نظير لها فى ميدانها وهى « الأرجانون » لأرسطو فى المنطق و « المجسطى » لبطليموس فى الفلك ، و « الكتاب » لسيبويه فى النحو . وقد ترجم « المجسطى » غير مرة ، ترجمه على عجل سلم صاحب بيت الحكمة بأمر من يحيى البرمكى ، ثم أعاد ترجمته فى دقة إسحق بن حنين وراجعه ثابت بن قرة . وما أن ترجم حتى تولاه الباحثون بالشرح والتلخيص ، أمثال ثابت بن قرة ، وحنين بن إسحق ، والكندى ، والخوارزمى فى القرن الثالث الهجرى ، والبتانى ، والبوزجانى ، وابن يونس المصرى فى القرن الرابع ، وابن سينا والبيرونى فى

القرن الخامس . وقد أخذوا جميعا بكثير من آراء بطليموس فقالوا : «إن الأرض مركز الكون ، وإن الشمس والقمر يدوران حولها، وإن القمر أقرب الأجرام السماوية إلى الأرض .» وطغى عندهم باختصار الفلك البطليموسى على الفلك الأرسطى .

وقد سبق لنا ، فيما نشر من أجزاء «الشفاء» العلمية ، أن نوهنا بابن سينا عالم الطبيعة والرياضى . وأخرجنا من قبل ثلاثة أقسام من رياضيات «الشفاء» ، وهى الموسيقى، والحساب، والهندسة، متوالية زمنا ، ويسعدنا أن نضم إليها اليوم «علم الهيئة» رابعها وآخرها ، وهو دون نزاع أغزرها مادة وأكثرها تفصيلا ، برغم أن ابن سينا يعده مجرد تلخيص «للمجسطى» لا شرحا له . وتلك فى الواقع هى طريقة ابن سينا فى التأليف، ويعنيه أن يعرض الآراء والأفكار بلغته وأسلوبه ، دون أن يشير إلى نص سابق يشرحه ويعلق عليه ، وتختلف بذلك عن منهج التفسير الذى أخذ به ابن رشد وقد سبقه فى الإسلام درس فلكى متواصل طوال ثلاثة قرون ، وكان لابد له أن يقف عليه ويفيد منه . ويصرح بأنه لم يحذ حذو المحدثين إلا فى أشياء يسيرة معولا أساسا على «المجسطى» نفسه ، ومعلنا أنه تحاشى الاستقصاء والتفصيل ، مؤجلا ذلك لكتاب آخر لم ير النور ، وهو «كتاب اللواحق» الذى وعد به فى مناسبات أخرى ، وحال القدر دونه والوفاء بوعده ..

ويلفت النظر فى كتاب «علم الهيئة» أمور :

١ – أخصها أنه التزم بتقسيم المجسطى ، فاشتمل على مقالاته الثلاث عشرة ، وتابع فيها ترتيب «المجسطى» نفسه ، وإن ضم إليها فى النهاية مقالة مضافة ، مشيرا إلى أنها تقدم جديدا لم يرد فى كتاب بطليموس ، وهى أشبه مايكون بالتعليق على الفلكى اليونانى ، فى ضوء ما انتهى إليه فلكيو العرب من السلف والمعاصرين . ولايزعم ابن سينا مطلقا أنه فلكى متخصص ، أو أنه قام بأرصاد لم يسبق إليها ، و «يسأل الأصدقاء ، فى تواضع ملحوظ ، أن يعفوا عن الزلة » . وهو فى اختصار باحث نظرى استوعب القضايا الفلكية وعرضها عرضا نزيها واضحا .

٢ – ويبدو عليه أيضا أنه يربط الفلك بالرياضة ربطا وثيقا ، ويباعد بينه وبين التنجيم ، أوعلم أحكام النجوم الذى يعتبره من الدراسات الفرعية

فى الطبيعيات كالفراسة وتعبير الرؤيا . وابن سينا رياضى دقيق : رياضى فى مصطلحاته كالزاوية ، والجيب ، والوتر ، التى يبدو عليها أنها استقرت واشتهرت بين الدارسين والباحثين ، وما أجدرنا أن نرجع إلى هذه المصطلحات ونسجلها ، لكى نربط الحاضر بالماضى . وهو رياضى كذلك فى أشكاله الهندسية الدقيقة التى يحللها ويتعمق فيها ، وما أشبه علم الهيئة عنده بدرس هندسى ، له مصطلحاته الخاصة كالأوج والحضيض .

وكتاب علم الهيئة يسد فراغا فى تاريخ علم الفلك العربى الذى لم نكشف عن كثير من مراجعه الأصلية بعد ، وربما كان حظ اللاتينية منها أكثر من حظ اللغة العربية ، ونأمل أن يكون فى نشر هذا الكتاب مايوجه إلى الكشف عن تلك الكنوز الدفينة . ولم تسلم محاولة نشره من مواجهة بعض الصعاب ، فقد وكل أمر تحقيقه أولا إلى شيخ الفلكيين المصريين المعاصرين ، المرحوم محمد رضا مدور ، ولكن الشيخوخة ودنو الأجل حالا دونه وأداء الرسالة . ووكل التحقيق من بعده إلى الدكتور إمام إبراهيم أحمد الذى قضى واجب التدريس فى بعض الأقطار الشقيقة أن يبعد به عنا ، وأن يعز عليه متابعة التجارب وتصحيحها . وقبل الأستاذ سعيد زايد مشكوراً أن يضطلع بهذا العبء ، وإنه لثقيل برغم صلته بابن سينا وتمرسه فى أسلوبه . وأحرص فى خاتمة هذا المطاف أن أترحم على رضا مدور الفقيد الكبير ، وأن أشكر من خلفوه شكرا جزيلا على ماتحملوا من عبء ، وما أدوا من رسالة .

إبراهيم مدكور

المقالة الأولى

من تلخيص كتاب بطلميوس
فى التعليم
وهو كتاب المجسطى

مما حرره الشيخ الرئيس أبو على الحسين بن عبد الله بن سينا

بسم الله الرحمن الرحيم
وبه أعوذ وأستعين

المقالة الأولى

من تلخيص كتاب (١) بطلميوس(٢)

فى التعليم

وهو كتاب المجسطى

مما حرره الشيخ الرئيس أبو على الحسين بن عبد الله بن سينا (٣)

قال (٤) ، وقد حان أن نورد جوامع كتاب بطلميوس الكبير المعمول فى المجسطى وعلم الهيئة ، وأن نحتذى فى ذلك حذو كلامه من غير أن نسلك فى ذلك (٥) طريقة غير طريقته من الطرق التى ظهرت للمحدثين إلا فى أشياء يسيرة ، فإن الاستقصاء فى ذلك مما يورد (٦) فى كتاب (٧) اللواحق ؛ وأن نقرب المعانى إلى (٨) الأفهام

---

(١) [تلخيص كتاب] : غير موجود فى سا .

(٢) يلى ذلك فى سا : [الحمد لله رب العالمين وصلواته على النبى محمد وآله الطيبين]

(٣) [فى التعليم وهو كتاب المجسطى مما حرره الشيخ الرئيس أبو على الحسين بن عبد الله بن سينا] : غير موجود فى سا — وفى د : [الفن العاشر من كتاب الشفاء من جملة الرياضيات فى أشكال المجسطى . الحمد لله رب العالمين وصلواته على النبى محمد وآله الطيبين] بدلا من [المقالة الأولى من تلخيص كتاب بطلميوس فى التعليم وهو كتاب المجسطى مما حرره الشيخ الرئيس أبو على الحسين بن عبد الله بن سينا] — وفى هامش ب : [اعلم أن الشيخ قدم المجسطى على علمى الأرثماطيقى والموسيقى فى هذا الكتاب إلا أن النسخة المنقولة منها هذا القسم وقعت بهذا الترتيب فكتبت بترتيبها]

(٤) سا ، د : غير موجود

(٥) [فى ذلك] : غير موجود فى سا ، د

(٦) ب : نورد

(٧) سا : غير موجود

(٨) سا : غير موجود

غاية (١) ما نقدر عليه ، وأن نترك الحسابات التى فى الأشكال بأن يعرف وجه البيان فى الشكل ، فمن شاء حسب (٢) وأن لا نستقصى فى ذكر تاريخ الأرصاد، بل نسلم أن بين (٣) كل رصد ورصد كذا (٤) مدة . وأما الجداول ، فإن أحب أحد أن (٥) يثبتها (٦) فى كتابنا هذا ، وإن أحب أن يختصرها (٧) فعل . ورأينا أن لا نكرر (٨) كثيرا من الأشكال التى يشترك (٩) فيها كواكب عدة وهى (١٠) متشابهة فى التعليم والهيئة ، وإنما تكرر لاختلافها (١١) فى الحساب .

ونسأل الله تعالى (١٢) التوفيق (١٣) والعصمة ، ونسأل الأصدقاء من أهل المعرفة أن يعذروا فى الزلة (١٤) ، ويسدوا الخلة . والله المسدد ، وله الحمد على كل حال ، وصلواته على رسله الأخيار خاصة سيدنا محمد النبي وآله الطاهرين (١٥) .

فصل

فى أن السماء كرية الحركة والشكل(١٦)

قد يقع التصديق بكرية هذه الحركة من جهة هيئة طلوع الكواكب الثابتة وغروبها ، فإنها تطلع من المشرق ، ثم لا تزال (١٧) تأخذ إلى (١٨) العلو بالقياس

(١) سا : غايتنا جهد
(٢) ف : فحسب
(٣) د : بنين
(٤) سا ، د : كذى
(٥) سا ، د : غير موجود
(٦) سا ، د : أثبتها
(٧) سا ، د : يختصر
(٨) د : لا يكرر
(٩) سا : نشترك
(١٠) سا ، د : هى
(١١) د : ولا ختلافها
(١٢) سا ، د : غير موجود
(١٣) د : التوقيف
(١٤) د : الذلة
(١٥) [خاصة سيدنا محمد النبي وآله الطاهرين] : غير موجود فى ب ، سا ، د – لكن فى سا ،د : [وخصوصا على محمد وعلى آله] – وفى هامش ب : [وأنبيائه الأبرار . الفصل الثانى من الرياضيات فى المجسطى ومقالاته متداخلة بعضها فى بعض المقالة الأولى]
(١٦) [فصل فى أن السماء كرية الحركة والشكل] : غير موجود فى سا ، د
(١٧) د : لا يزال
(١٨) ف : فى

إلينا حى توازى سمت الرؤوس ، ثم تأخذ إلى السفل نحو [1] المغرب حتى تبلغ الأفق ، ثم تغيب ، ثم تعود مرة أخرى من حيث كانت طلعت [2]هى بأعيانها ، وتكون أزمنة الطلوع وأزمنة الغروب متكافية[3] فى جل الأمر .

ثم إذا أخذنا نحو جهة الشمال أو الجنوب [4] ، حصل بعض ماكان يغيب عنا لا يغيب البتة ، وبعض ما كان لا يغيب عنا يغيب دائما أو وقتا ،وكلما أمعنا يظهر [5] مما لا يغيب منها [6] شيء أكثر ، ويكون فى الناحية الأخرى الأمر[7] بالضد . وكلما[8] أبطأ غروب كوكب [9] من هذه الجهة [10] وصار قوس نهاره أكبر ، أسرع غروب نظيره من تلك الجهة [11] ، وصار قوس نهاره أصغر . وكل ما ظهر هاهنا مما[12]لا يغرب ، يخفى[13]هناك نظيره[14] مما كان يطلع فلا يطلع. ولو أنا تمادينا فى المصير إلى القطب الذى إليه يصير ، ولم يكن عن ذلك مانع ، لبلغنا موضعا يكون هناك إما طالع دائما وإما غارب دائما . ونحن نشاهد مالا يغرب يدور على القطب ، وكل ما كان إليه أقرب ، كان مداره أضيق [15] ودوره أبطأ [16] بمقدار ضيق مداره ، ولكنها جميعا تقطع دوائرها معا . وهى — أعنى دوائرها — متوازية . وهذا لايمكن إلا أن يكون حركة مستديرة[17] ، ويكون قطباها ناحيتى

(١) ف : حتى
(٢) سا : طالعة
(٣) ف : غير واضح
(٤) سا ، د : والجنوب
(٥) سا ، د : جعل يظهر
(٦) سا ، د : غير موجود
(٧) سا : غير موجود
(٨) ب : فكلما
(٩) سا ، د : كواكب
(١٠) سا ، د : غير موجود
(١١) [من تلك الجهة] : غير موجود فى د
(١٢) فى هامش ب بعد مما : كان لا يغرب فلا
(١٣) د : خفى
(١٤) [من تلك الجهة وصار قوس نهاره أصغر وكل ما ظهر هاهنا مما لا يغرب يخفى هناك نظيره]: غير موجود فى سا
(١٥) د : أضيف
(١٦) سا : أيضا
(١٧) [وهذا لا يمكن إلا أن يكون حركة مستديرة] : فى هامش ب

ظهوری الكواكب الأبدية الظهور . ولو كانت هذه الحركة لا على هذه الصورة ، لما كان أبعاد ما بين الكواكب وأعظامها فى جميع أقطار الأرض متساوية فى المنظر(١) والذى يرى (٢) من (٣) زيادة مقاديرها عند الطلوع والغروب ، فهو بسبب البخار الرطب المائى المحيط بالأرض ، ووقوعه بين (٤) الأبصار وبينها . ومن شأن مثله أن يكون ماوراءه أعظم فى المنظر ، ولهذا ما ترى (٥) مقادير الأشياء فى المياه أعظم وأكبر ، وكلما غاصت ازدادت عظما بحسب الرؤية . ومن (٦) الدليل على صحة هذا الرأى ، بطلان سائر الآراء فيه . مثل رأى من يظن أن النجوم تذهب على الاستقامة لا إلى نهاية . فليت شعرى ، كيف ترجع (٧) بالاستقامة من ناحية المشرق مرة أخرى ، وإن كانت ترجع من حيث جاءت ، فكيف لا ترى ، ولم لا(٨) تتناقص أعظامها وأبعاد (٩) ما بينها كلما ازدادت عنا بعدا ، بل تثبت مقادير أعظامها وربما زادت عند الغروب فى الرؤية . ومثل الرأى السخيف ، القائل إنها تشتعل وتطفأ ، فيكون فى بعض الأرضين لها اشتعال وفى بعضها طفؤ . وهذا مع سخافته لما فيه من نسبة خلقة الأجرام الكريمة إلى العبث والتعطيل ، يوجب أن يكون شىء واحد مشتعلا طافيا (١٠) بحسب القياس إلى موضعين ، لأن الكواكب الطالعة على قوم تكون غاربة عن (١١) آخرين ، تدل على ذلك أيضا (١٢) أرصاد كسوفات القمر ، فقد رصد كسوف القمر وكان عند قوم بعد الطلوع ، وعند قوم (١٣) طلع وهو منكسف ، وعند قوم قبل الطلوع حتى أنهم ظهر لهم منجليا ، وكذلك (١٤) رصد فى جانب

---

(١) د : المسطر
(٢) سا : نرى
(٣) ف : فى
(٤) د : غير موجود
(٥) سا ، د : مايرى
(٦) د : وبين
(٧) د : نرجع
(٨) د : غير موجود
(٩) ف ، د : وأبعادها
(١٠) ف : طافا
(١١) د : من
(١٢) د ، سا : غير موجود
(١٣) [بعد الطلوع وعند قوم] : فى هامش ب
(١٤) سا : وكذلك

الغروب . ثم ما بال بعض البلاد يوجب أن يشتعل فيها ، وبعض البلاد يوجب (١) أن يطفأ . وما بال الكواكب الظاهرة أبدا عند قوم مشتعلة دائما عندهم ، ولكنها عند قوم آخرين تطفأ(٢). ويشهد على صحة رأينا هذا، مطابقة آلات (٣) الأرصاد المنصوبة على واجب أحكام الكرية ، فإنها تستمر على أحكام (٤) الكرية . قال ، وأما أن الفلك كرى ، فيقنع (٥) فيه أمور منها ، إن هذا الشكل أوفق الأشكال لسرعة الحركة المستديرة ، وأزيدها إحاطة (٦) وأنيقها بالجسم الكريم (٧) الذى هو أكرم ، ولأن الفلك جرم بسيط متشابه الأجزاء ، ولا يجوز (٨) أن تكون طبيعة واحدة تفعل فى مادة واحدة زاوية أو هيئة (٩) انحناء فى جزؤ ولا يفعل فى جزؤ(١٠) بل يجب أن تكون هيئة جميع الأجزاء متشابهة الخلقة ، ولا يمكن أن يكون هذا إلا للكرة ، ولا (١١) يمكن أن يكون بسيط متشابه القطوع إلا الكرة (١٢) ، ولأن الكواكب قد تقنع الناظر فى أمرها بأنها (١٣) من جوهر ما هى (١٤) فيه (١٥) ، والكواكب كرية ولو كانت (١٦) مسطحات أو مقصعة (١٧) أو شكلا آخر لاختلف مناظر أشكالها لاختلاف أبعاد الناظرين إليها فالفلك المحيط بها فى مثل طبيعتها قال (١٨) والمعول (١٩) عليه من هذه الحجج (٢٠) هو الأوسط (٢١) .

---

(١) [أن يشتعل فيها وبعض البلاد يوجب] : فى هامش ف – وغير موجود فى سا
(٢) ف : تطفى
(٣) سا : غير موجود
(٤) د ، سا : قياس
(٥) سا : فيقع
(٦) د : احاطته
(٧) ب ، د ، سا : غير موجود
(٨) د ، سا : فلا
(٩) د ، غير واضح
(١٠) [ولا يفعل فى جزؤ] : غير موجود فى سا
(١١) د ، سا : فلا
(١٢) د : للكرة
(١٣) ب ، ف : لأنها
(١٤) ب ، ف : ماهية
(١٥) ف ، د : فيها
(١٦) د : كان
(١٧) د : منصفه
(١٨) د ، سا : غير موجود
(١٩) سا : فالمعول
(٢٠) د : الحج
(٢١) سا : هى الأوسط والله أعلم – وفى هامش ف : هى الوسطى

فصــل

فى أن الأرض كرية عند الحس (١)

وقد (٢) يدلنا على كون (٣) الأرض كرية فى الحس تقدم (٤) طلوع ما يطلع وغروب ما يغرب وتأخرهما عن (٥) أهل البلدان الطوالية (٦) وظهور ما يظهر(٧) أبدا وغيبة ما يغيب أبدا على البلدان العرضية تقدما وتأخرا وظهورا وغيبة توجبه الكرية ويظهر حال الطول بالكسوفات القمرية وحال العرض بكواكب القطبين ولو كانت الأرض مقعرة لطلعت الكواكب على الغربيين أولا وتأخرت عن الشرقيين وليس كذلك فقد رصدت كسوفات القمر الواحد(٨) بأعيانها فوجدت تكون (٩) عند الشرقيين فى ساعات من ليلهم أكثر وعند الغربيين فى ساعات من ليلهم أقل ووجد (١٠) التفاوت فى ذلك على ما توجبه (١١) كرية الأرض ولو كانت مسطحة لكان الطلوع والغروب فى الآفاق فى وقت واحد وما يتضرس بسبب الجبال والأراضى المرتفعة فيجب أن لا يكون له قدر محسوس ولو كانت مضلعة بأضلاع مسطحة تخرجها عن أن تكون بالجملة كرية عند الحس لكان طلوع الكواكب وغروبها إنما يكون على سكان سطح واحد فى ساعة واحدة (١٢) ويخالف فى ذلك سائر السطوح بمـا له قدر إلا أن تكون السطوح بحيث لا تؤثر (١٣) فى كريـة (١٤) الجملة أثرا محسوسا على ما عليه الوجود ولكنا نجد تأخر ساعات الكسوفات (١٥)

(١) [فصل فى أن الأرض كرية عند الحس] : غير موجود فى سا
(٢) د ، سا : قد
(٣) سا : كرية
(٤) سا : بعدم
(٥) د : على
(٦) د : الطويلة
(٧) سا : نظهر
(٨) سا ، د : الواحدة
(٩) د : غير موجود
(١٠) سا ، د : وجدت
(١١) سا : تواجبه – وفى ب : [فى ذلك إما توجبه]
(١٢) [فى ساعة واحدة] : فى هامش ف
(١٣) فى هامش ب : لا تميد – وفى د : لا يؤثر – وفى ف : غير موجود
(١٤) سا : كونه
(١٥) سا ، د : الكسوف

وتقدمها فى المساكن على الطول من المشرق إلى المغرب على ما توجبه كرية الأرض وكذلك حال طلوع الكواكب وغروبها دون ما يوجبه تسطيح واحد أو تسطيح كثير ولا يجوز أن يكون شكلها اسطوانيا يحدث (١) سطحه (٢) فى الطول من المشرق إلى المغرب وله سطحان مسطحان إلى القطبين وإلا لكان طلوع الثوابت وغروبها على سكان سطح (٣) واحد بين القطبين واحدا ولكان ما يخفى ويظهر واحدا عند الجميع بل لم يكن سكان الاستدارة يرون شيئا من الكواكب دائم الظهور فلما كان حال ما من المشرق إلى المغرب (٤) فى هذه المعانى كحال ما من (٥) الشمال (٦) إلى الجنوب فالتحديب فى الجهات على السواء وسطح الماء فى البحر كرى أيضا ولذلك (٧) إذا كنا فى البحر وكان بالبعد منا جبل فأول ما يظهر منه رأسه ثم يجعل يظهر ما تحته قليلا قليلا (٨) كان مستورا لا محالة دون رأسه فلا ساتر دونه غير حدبة (٩) الماء (١٠) .

فصــل (١١)

فى أن الأرض مستقرة فى الوسط (١٢)

قال إن لم تكن الأرض مستقرة فى سواء الوسط فلا يخلو إما أن تكون فى بعد سواء عن القطبين ولكن خارجة (١٣) عن المحور (١٤) أو على المحور (١٥) ولكن

(١) سا ، د : بحديث
(٢) سا : تسطحه
(٣) ف : خط – وفى ب بين السطرين : خط
(٤) سا ، د : المغرب إلى المشرق
(٥) ف : مابين
(٦) ب : الشما
(٧) د : وكذلك
(٨) د : قليل قليل
(٩) سا : جدبة
(١٠) سا : والله أعلم
(١١) سا : الفصل الثالث
(١٢) (فصل فى أن الارض مستقرة فى الوسط) : غير موجود فى د
(١٣) سا ، د : خارجا
(١٤) سا : المحوز
(١٥) سا : المحوز

مائلة(١) إلى أحد القطبين أو خارجة(٢) عن المحور(٣) ومائلة إلى قطب ولو صح القسم الأول لوجب أن لا يستوى الليل والنهار أبدا عند ساكنى (٤) خط الاستواء لأن (٥) سطح (٦) الأفق (٧) حينئذ لا يفصل الفلك دائما بنصفين وأما فى سائر الأقاليم فكان إما أن لا يكون ذلك الاستواء أو لا يكون إذا كانت (٨) الشمس على منطقة الحركة الأولى (٩) أعنى معدل النهار لأن الدوائر الكبار الأفقية والمنطقية كانت لا تتفاضل بنصفين(١٠) فلا يكون الاستواء على نقطتى تقاطع المائل ومعدل النهار اللذين نذكرهما بعد(١١) بل على دائرة أخرى موازية لها شمالية أو جنوبية ولكانت القطعة العليا من كل دائرة من المتوازنة (١٢) لا تساوى السفلى من نظيرتها المساوية إياها (١٣) فى البعد عن منطقة معدل النهار فلم يكن نهار أحداها (١٤) كليل الأخرى والوجود على خلاف ذلك كله ولكانت(١٥) البلاد التى تميل(١٦) إلى مشرقها أو مغربها لا يتساوى فيها (١٧) زمان ما بين الطلوع ومسامتة الرأس وزمان ما بين مسامتة الرأس والغروب ولم تكن الأعظام والأبعاد ترى فى كل موضع متساوية . وأما القسم الثانى فلو صح لوجب أن يكون الأفق إنما يفصل الفلك بنصفين حيث الكرة منتصبة وذلك إذا قام عمود على منطقة الكل (١٨) وأما فى المساكن

---

(١) سا ، د : مائ
(٢) سا ، د : خا جا
(٣) سا : الجوز
(٤) سا : سالى
(٥) سا : لا
(٦) سا : سطح الإستواء
(٧) سا : الأثر
(٨) د : إذا كانت إذا كانت
(٩) سا : الأول – وفى د : الأعلى
(١٠) ب : غير واضح
(١١) د : بقدر
(١٢) سا ، د : الموازية
(١٣) ف : لها
(١٤) ف – أحديهما – وفى سا ، د : أحدها
(١٥) د : ولو كانت
(١٦) ف ، سا ، د : الميل
(١٧) سا : فها
(١٨) [وذلك إذا قام عمود على منطقة الكل] غير موجود فى سا ، د

المائلة إلى أحد القطبين فإن القطع كانت(١) تكون مختلفة (٢) وكلما (٣) يلي ذلك القطب أصغر وما يلي مقابله أكبر وكلما أمعنا إلى (٤)القطب ازداد (٥) صغر الصغير وكبر الكبير فإذا صرنا عند (٦) القطب كان ما يفصله (٧) الأفق فوقه (٨) أصغر من جميع القطوع وما تحته أكبر(٩) وليس الأمر كذلك بل في جميع البلاد وجميع المساكن ينقسم الفلك بنصفين فترى(١٠)ستة بروج دائما أو يكون(١١) الأفق على منطقة البروج وذلك تنصيف (١٢) على وجه آخر للبروج ولو اجتمع القسمان لاجتمعت المحالات التي في القسمين على أنه لو لم تكن الأرض تحت دائرة معدل النهار (١٣) وهي منطقة الكل بحيث ينتصف على موازاتها لما كانت الأظلال من المقاييس المشرقية والمغربية عند استواء النهار على خط واحد مستقيم بعينه(١٤)في السطوح الموازية للأفق في كل موضع ولو كانت الأرض بالجملة مائلة عن الوسط لما كان نظام تزايد (١٥) النهار وتناقصه (١٦) هذا النظام الموجود ولكان القمر لا ينكسف أبدا عن مقابلة (١٧) الشمس وفي كل وقت .

---

(١) سا ، د : كان

(٢) سا ، د : مختلفا

(٣) سا ، د : وكان ما

(٤) سا : إلى إلى

(٥) سا ، د : ازداد به

(٦) د : إلى

(٧) د : كانا يفصله

(٨) سا ، د : فوقنا

(٩) سا ، د :أكبرها

(١٠) ف : وترى

(١١) سا : ويكون – وفي د : ولا يكون

(١٢) سا : ينصف – وفي ف : بنصفين وفي الهامش (تنصيف)

(١٣) سا : غير موجود

(١٤) د : لعينه

(١٥) سا : توليد

(١٦) سا : و تناقضه

(١٧) سا ، د : بمقابلة

فصـــل (١)

فى أن لا مقدار للأرض عند الفلك (٢)

لو لم يكن مقدار الأرض بحيث لا يؤثر في الحس أثرا عند السماء فوق ما للمركز إلى المحيط بل كان لها تأثير محسوس لما كانت (٣) أبعاد ما بين الكواكب وأعظامها متفقة فى الحس عند كونها فى وسط السماء وعند كونها فى الأفق ولكان القرب وهو عند توسط السماء يوجب زيادة فى ذلك والبعد نقصانا والأمر بالخلاف ولكان استعمال آلات الرصد على بسيط الأرض لا على المركز نفسه يوجب تفاوتا محسوسا وكانت الأصول المبنية على تلك الأرصاد لا تستمر ولكان الغارب من الفلك أعظم (٤) من الطالع بمقدار محسوس على مقتضى ستر (٥) نصف الأرض لأن المنصف فى الحقيقة هو السطح (٦) الفاصل للأرض بنصفين لا السطح الخارج عن الأبصار فلصغر قدر الأرض عند الفلك صار كالمنطبق أحدهما على (٧) الآخر وكان الطالع ستة بروج تقريبا .

فصـــل

فى أن ليس للأرض حركة انتقال (٨)

وأما (٩) حركة الانتقال فتبطل بما أبطلنا به الميل عن الوسط ولو كان (١٠) لها حركة مستقيمة (١١) صاعدة أو نازلة أو إلى جهة لكانت أجزاؤها لا تلحقها

---

(١) سا : الفصل الرابع

(٢) فى هامش ب : [فى أن الأرض عند السماء غير محسوس صغرا] - وفى د : [فصل فى أن لا مقدار للأرض عند الفلك] غير موجود

(٣) سا : كان

(٤) سا : الأعظم

(٥) ف : غير واضح

(٦) سا : المسطح

(٧) سا ، د : فى

(٨) فى هامش ب : [فى أن الأرض غير متحركة]-وفى سا ، د : [فصل فى أن ليس الأرض حركة انتقال] غير موجود

(٩) ف ، سا ، د : أما

(١٠) د : كانت

(١١) سا : غير موجود

البتة من تلك الجهة وأما التعجب الواقع فى أن الثقيل كيف يثبت فى موضع ولا يهوى فهو زائل بمعرفتنا أن الفوق (١) دائما جهة الفلك والسفل جهة الوسط وأما الكل فلا فوق له ولا سفل لأن الكرة لا اختلاف (٢) فيها (٣) وأن نهاية الحركة الثقيلة مركز الكل ونهاية الحركة الخفيفة ضدها (٤) هو (٥) أفق (٦) الكل وجهة الفلك وجميع أجزاء الأرض متدافعة إلى الوسط وقائمة على زوايا قائمة على بسيط الأرض إذا ورد بها (٧) بالطبع وأما الحركة المستديرة للأرض على نفسها فقد ادعاها (٨) قوم فبعضهم زعم أن الفلك ساكن وأن الأرض تتحرك إلى المشرق فيظن أن الفلك يتحرك والكواكب تطلع وبعضهم زعم (٩) أن الجرمين كلاهما (١٠) يتحركان لكن على التخالف وبطلميوس بعد الفراغ من التعجب من وصفهم شيئا فى غاية الثقل بمثل (١١) هذه الحركة السريعة وإن كان ليس يعجب (١٢) تعجبا يعتد به فإن التعجب يكون لو جعلوها (١٣) قسرا (١٤) وهى (١٥) فى غير موضعها (١٦) الطبيعى بحيث يكون لها (١٧) ميل فيه بالطبع إلى حركة أخرى يقول (١٨) لو كانت الأرض لها مثل هذه الحركة إلى المشرق دون سائر (١٩) الأجرام الطبيعية لكان يجب

---

(١) سا : التوق
(٢) د : لاختلاف
(٣) سا : فهها
(٤) فى هامش ب ، ف
(٥) سا ، د : وهو
(٦) سا : ا فى
(٧) ف : إذا وردتها فيه — وفى سا : إذا ورد فيه — وفى د : إذا وزن فيه
(٨) سا ، د : ادعاه
(٩) ب ، سا ، د : يزعم
(١٠) د : كليهما
(١١) سا : يميل
(١٢) سا ، د : غير موجود
(١٣) ب ، سا ، د : جعلوه
(١٤) د : قسيا
(١٥) سا ، د : وهو
(١٦) سا ، د : موضعه
(١٧) سا ، د : له
(١٨) سا : يقول
(١٩) د : سير

أن لا يسبقها طائر أو مزجوم (١) أو مرمى(٢) بل كان كله (٣) يتأخر فلا ترى (٤) حركة مشرقية لشيء (٥) منها فإن قيل إن الهواء يتحرك أيضا مع الأرض مثل حركتها (٦) فذلك محال ولو صح لوجب أن تكون حركة ما فى الهواء من الأجرام المائلة إلى السفل أنقص من حركتها (٧) أعنى حركة الأرض والهواء فكان (٨) لا يرى شيء يتحرك فى الهواء إلى المشرق بل يتأخر دائما إلى المغرب وليس شيء مما (٩) فى الهواء ملتصقا ملتحما يتحرك معه وإلا لما تقدمت الأشياء فيه ولا (١٠) تأخرت وترددت ولو (١١) كان للأرض مثل هذه الحركة لكانت (١٢) الأثقال (١٣) لا تقع على سمتها(١٤) بل تتأخر فهذه جوامع ما قال (١٥) ونحن قد بينا استحالة هذه الحركة للأرض فى الطبيعيات .

فصل (١٦)

فى القول على أن للكل حركة واحدة تعمها وتفسرها من المشرق إلى المغرب (١٧) :

قال إنا لما رأينا الكواكب خصوصا الثابتة تطلع من المشرق وتغرب فى المغرب ثم تعود كل يوم وليلة وأبعادها محفوظة ودوائرها المرسومة بحركاتها متوازية، صح أن لها حركة واحدة تعمها وهى حركة الكل ووجدت منطقتها دائرة معدل النهار وسائر

---

(١) ف ، د : مزجوح - وفى سا : مزخوح
(٢) ف : مرى
(٣) ف ، سا ، د : كل
(٤) ف ، سا ، د : ولا ترى
(٥) سا : الشيء
(٦) سا : حركها
(٧) سا : حركها - وفى د : حركتها
(٨) د : وكان
(٩) ف : بما
(١٠) سا ، د : غير موجود
(١١) به : لو
(١٢) سا ، د : لكان
(١٣) سا ، د : الثقال
(١٤) ف : سمها
(١٥) ف ، سا ، د : ماقاله
(١٦) د : غير موجود - وفى سا : الفصل السادس
(١٧) فى هامش ب : [فى الحركتين الأوليين] - وفى سا ، د : [فى القول على أن الكل حركة واحدة تعمها وتفسرها من المشرق إلى المغرب] غير موجود

الدوائر موازية لها ، وإنما تسمى[1] معدل النهار لأن الشمس إذا حصلت على نقطة من تلك الدائرة استوى الليل والنهار فى جميع المساكن . وأما الكواكب الأخرى كالشمس والقمر والمتحيرة فلا تحفظ نسبتها[2] إلى الكواكب الثابتة وتتأخر[3] دائما إلى المشرق، لا على[4] دوائر[5] متوازية ، بل مختلفة قاطعة للمتوازية[6] إلى جهتى الشمال والجنوب، وكذلك هى بالحقيقة لا بالنسبة إلينا وميلها إلى الشمال والجنوب[7] على نسبة وترتيب منتظمين وإن كان الاستقصاء أيضا فى أمر الثوابت على[8] ما سيتضح بعد قد يظهر من أمرها أنها أيضا تتخلف إلى المشرق على دوائر متوازية وموازية للمنطقة[9] المائلة[10] للشمس . فذلك أمر بعيد الزمان خفى فى ظاهر الأحوال فيجب لا محالة[11] أن تفرز[12] هذه الحركة التى من[13] المغرب عن الأولى التى[14] من[15] المشرق ويجعل غيرها وكالمضادة[16] لها ويجب لا محالة لما قلنا أن تكون على دوائر مائلة مقاطعة لمنطقة الحركة الأولى . فإذن المناطق[17] اثنتان: منطقة للمائلة[18] ومنطقة معدل النهار . والمنطقة المائلة التى للشمس هى دائرة البروج ومنطقة فلك[19] الثوابت على ما نوضحه بعد والتقاطعان اللذان بين الدائرة[20]

---

(١) ف ، سا : سميت – وفى د : سمى

(٢) د : بسببها

(٣) د : ويتأخر

(٤) د : ولا على

(٥) د : دوائر

(٦) ف : غير واضح

(٧) [وكذلك هى بالحقيقة لا بالنسبة إلينا وميلها إلى الشمال والجنوب] : غير موجود فى سا ، د

(٨) ب : غير موجود

(٩) سا ، د : لمنطقة

(١٠) د : المائل

(١١) سا : غير موجود

(١٢) ف ، د : تقرر

(١٣) سا : عن

(١٤) سا : غير موجود

(١٥) سا : من إلى

(١٦) سا ، د : وكالمضاد

(١٧) ف ، سا ، د : المنطقتان

(١٨) ف ، سا ، د : مائلة

(١٩) سا ، د وفى هامش ف : لفلك

(٢٠) د : المائلة

الشمسية ومعدل (١) النهار أحدهما(٢) تسمى نقطة ربيعية وهى التى إذا وافتها (٣) الشمس انقلب الزمان(٤) إلى الربيع فكان الاستواء الربيعى ، والثانية تسمى نقطة خريفية لما عندها من الاستواء الخريفى وإذاقام على قطبى منطقة البروج ومنطقة الحركة الأولى دائرة قاطعة لهما انفصل منها(٥) بينهما (٦) قوسان قوس شمالية وقوس جنوبية يحدان أبعاد (٧) الميل وارتسمت (٨) على دائرة (٩) البروج نقطة شمالية ونقطة جنوبية ،فأما الشمالية فهى نقطة المنقلب الصيفى لأن الشمس إذا حصلت (١٠) عندها انقلب الزمان إلى الصيف فى المعمورة التى نعرفها والأخرى المنقلب الشتوى (١١) لنظير ذلك .ولما كانت(١٢) الكواكب المتحيرة والشمس (١٣) والقمر ترى طالعة وغاربة (١٤) مع الثوابت فمن البين أن الحركة الأولى مستولية على الحركة الثانية ويلزمها ما يتحرك بالحركة الثانية مع حركاتها الخاصة ثم فى النظر الدقيق تظهر أن الكواكب الثابتة ليست تتحرك إلى المغرب بذاتها (١٥) بل يلزم فيما (١٦) يرى (١٧) من حركتها إلى المغرب أن تكون هناك حركة أخرى محيطة بالكل ومستولية (١٨) عليه تستتبع سائر الأجرام معها (١٩) وهى لجرم غير مكوكب. وأما أن هذه الحركة

---

(١) سا : وبين معدل
(٢) سا : احداها — وفى د : واحداها
(٣) ف ، سا : وافاها — وفى د : وافا
(٤) د : غير واضح
(٥) سا : منهما
(٦) سا ، د: غير موجود
(٧) سا ، د : أبعد
(٨) سا : اتسمت
(٩) د : دائر
(١٠) د : حصل
(١١) سا ، د : منقلب شتوى
(١٢) د : كان
(١٣) سا : فالشمس
(١٤) سا : وغالبة
(١٥) ب : بذواتها
(١٦) ب : مع ما
(١٧) سا : ترى
(١٨) سا : مستولية
(١٩) ف ، سا : معه

ليست للثوابت بذاتها ، بل هي كما للمتحيرة فلأن لها حركة إلى المشرق بطيئة جدا خاصة بها كحركة سائر الكواكب، إلا أن التي لسائر الكواكب سريعة تظهر (١) بالقياس إلى الثابتة ،وأما التي للثابتة (٢) فتظهر بالقياس إلى النقط الأربع الموهومة المذكورة على ما ستعلم. فهذه تظهر أقل و نحيلة أدق وأما أن ذلك الفلك غير مكوكب فلأنه لو كان هناك كوكب لرؤى (٣) لأن الأجسام السماوية كلها مشفة لا تحجب ما فيها من النيرات (٤) عن الأبصار .

فصل

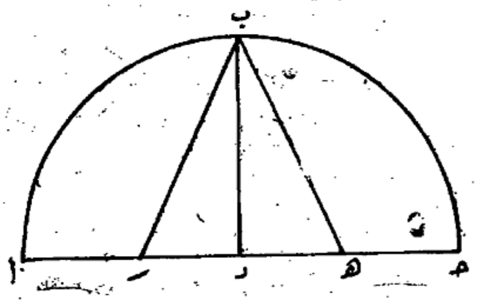
فى معرفة أوتار أجزاء الدائرة (٥)

غرضه (٦) العام فى هذه الأصول معرفة نسب الأوتار واستخراجها والقسى والزوايا الواقعة على بسيط الكرة ونبدأ بمعرفة الأوتار فإن غرضه (٧) المقدم فى هذه الأصول أن يصير لنا(٨) وتر أى (٩)قوس فرضنا معلوما وقوس أى وتر فرضنا معلومة على أن يكون القوس قطعة معلومة من دائرة مقسومة على ثلثمائة وستين جزءا (١٠) والوتر خطا معلوم النسبة إلى القطر المقسوم بمائة(١١) وعشرين قسما ولا يعتبر فى هذه المواضع نسبة أجزاء القطر إلى أجزاء المحيط البتة ثم وتر (١٢) السدس وهو مثل نصف القطرمعلوم (١٣) ووتر الربع أيضامعلوممن كتاب الأصول (١٤) لأوقليدس (١٥)

---

(١) ف ، د : فتظهر
(٢) [تظهر بالقياس إلى الثابتة وأما التي للثابتة] : غير موجود فى سا
(٣) د : ازوى
(٤) د : النيران ت
(٥) (فصل فى معرفة أوتار أجزاء الدائرة) : غير موجود فى سا ، د
(٦) د : عرضه (٧) سا ، د: عرضه
(٨) سا : غير موجود
(٩) ف : غير واضح
(١٠) سا ، د : جزءا منها
(١١) سا : ثمانية
(١٢) د : وترا
(١٣) وتر السدس = وتر $\frac{٣٦٠}{٦}$ أى وتر ٦٠° = نصف القطر (لق)
(١٤) سا ، د : غير موجود
(١٥) ف ، سا ، د : اوقليدس

وهو جذر ضعف مربع وتر السدس (١) ووتر الثلث أيضا معلوم وهو جذر ثلاثة أمثال مربع نصف [القطر (٢) أعنى وتر السدس (٣) وذلك معلوم وكل وتر علم فبين أن الوتر الباقى لنصف الدائرة معلوم لأنه ضلع مربع ما بقى من مربع القطر بعد مربع الوتر الأول (٤) وضلع (٥) المثمن (٦) من ضلع المربع (٧) معلوم لأنه يقوى على نصف وتر المربع وعلى فضل وتر المسدس على نصف وتر المربع (٨) وكلاهما معلومان] (٩) وعلى هذا القياس «أ» فنريد أن نعرف وتر (١٠) المعشر والمخمس فنرسم على قطر أ حـ نصف دائرة أ ب حـ (١١) وعلى مركز د عمود د ب وننصف حـ د (١٢) على هـ ونصل هـ ب ونأخذ هـ ر مثل هـ ب ونصل ر ب فنقول إن د ر ضلع المعشر وإنه معلوم و : ب ر ضلع



شكل (١)

---

(١) وتر الربع = وتر ٩٠° = √(٢ نق^٢) = نق √٢

(٢) وتر الثلث = وتر ١٢٠° = √(٣ نق^٢) = نق √٣

(٣) [ووتر الثلث أيضاً معلوم وهو جذر ثلاثة أمثال مربع نصف القطر أعنى وتر السدس] : غير موجود فى ب

(٤) وتر ١٨٠ − س = √((٢ نق)^٢ − (وتر س)^٢)

(٥) ف ، سا : فضلع

(٦) سا : المثلث

(٧) سا : المسدس

(٨) وتر الثمن = وتر ٤٥ = √((½ وتر الربع)^٢ − (½ وتر الربع − نق)^٢)

لكن وتر الربع = نق √٢   ∴ وتر الثمن = نق √(٢ − √٢)

(٩) [لأنه يقوى على نصف وتر المربع وعلى فضل وتر المسدس على نصف وتر المربع وكلاهما معلومان] : غير موجود فى سا ، د

(١٠) د : وترى

(١١) ف ، سا ، د : حـ ب أ

(١٢) سا : حـ ب

الخمس وأنه معلوم (١) برهان ذلك أن خط (٢) حـ د قسم (٣) بنصفين على هـ وزيد عليه د ر فيكون جـ ر في ر د ، هـ د في نفسه مثل هـ ر في نفسه أعني (٤) هـ ب (٥) في نفسه أعني د ب ، د هـ (٦) كل في نفسه ونسقط د هـ المشترك يبقى جـ ر في ر د مثل د ب في نفسه أعني حـ د في نفسه فـ : حـ ر قد انقسم على نسبة ذات وسط وطرفين على د (٧) والأطول ضلع (٨) المسدس فالأقصر (٩) لا محالة وهو د ر ضلع المعشر كما علمت و : ب ر يقوى عليهما (١٠) فـ : ب ر ضلع المخمس ولأن د هـ ، د ب (١١) معلوم (١٢) فـ : هـ ب (١٣) معلوم أعني هـ ر فجميع جـ ر معلوم (١٤) و : حـ د معلوم فـ : د ر أيضا (١٥) معلوم فـ : ب ر أيضا معلوم (١٦) *

---

(١) [و : ب ر ضلع المخمس وانه معلوم] : في هامش سا

(٢) ف : بين السطرين — وفي ب : غير موجود

(٣) سا ، د : غير موجود

(٤) سا ، د : اعني مثل

(٥) ب ، ف ، سا ، د : هـ ر

(٦) ب : هـ د ، ر ب — و في د : د ر ، د هـ

(٧) سا ، د : بدلا من عبارة [فـ : حـ ر قد انقسم على نسبة ذات وسط وطرفين على د] نجد عبارة [فـ : حـ ر على د بنسبة ذات وسط وطرفين]

(٨) سا : فضلع

(٩) د : والأقصر

(١٠) سا : غير موجود

(١١) سا : د هـ ، د ر

(١٢) سا : غير موجود

(١٣) د : [فـ : هـ ر]

(١٤) [اعني هـ ر فجميع حـ ر معلوم] : مكرر في سا

(١٥) سا ، د : غير موجود

(١٦) [فـ : ب ر أيضا معلوم]: غير موجود في ف ، سا ، د ولكن يوجد بدلا منها في ف [و : ب هـ معلوم فـ : ب د معلوم] بينما يوجد في سا ، د [و : ب د معلوم فـ : ب د معلوم]

(*) إيجاد وترى المخمس والعشر

في شكل (١) ا ب حـ نصف دائرة مركزها د ، د ب عمود على القطر ، نقطة هـ منتصف نصف القطر حـ د ، ثم نأخذ هـ ر = هـ ب فيكون د ر وتر العشر ، ب ر وتر المخمس (لم يثبت ابن سينا ذلك) والمطلوب إيجاد قيمتي الوترين .

البرهان : جـ ر × ر د + $\overline{\text{هـ د}}^{2}$ = (حـ هـ + هـ ر)(هـ ر − هـ د) + $\overline{\text{هـ د}}^{2}$

= (هـ د + هـ ر)(هـ ر − هـ د) + $\overline{\text{هـ د}}^{2}$ = هـ د × هـ ر − $\overline{\text{هـ د}}^{2}$

وخرج (١) ضلع المعشر (لز د نو) (٢) وضلع المخمس (ع لب د) (٣) « ب » (٤) ولنقدم شكلا نحتاج إليه فيما نحن بسبيله وهو أن كل ذى أربعة أضلاع يقع فى الدائرة فإن مسطح (٥) أحد قطريه فى الآخر مساو لمجموع مسطحى (٦) كل ضلع فى مقابله فإن كان متساوى (٧) الأضلاع فالبرهان قريب جدا فليكن مختلف الأضـــلاع مثل أ ب حـ د فى دائرة ولنخـــرج (٨) القطرين ولنفرض زاوية (٩) أ ب د (١٠) أعظم من زاوية د ب حـ حتى يكون قوسها ووترها (١١) أعظم إذا فرضناه مختلف (١٢) الأضلاع ونأخذ زاوية أ ب هـ مساوية لزاوية (١٣) د ب حـ وزاويتا ب أ هـ ، ب د حـ على قطعة واحدة ، هى

+ هـ ر٢ − هـ ر × هـ د + هـ د٢ = هـ ر٢ = هـ ب٢ = د ب٢ + د هـ٢

∴ حـ ر × ر د = د ب٢ ∴ (نق + ر د) × ر د = نق٢

∴ ر د٢ + نق × ر د − نق٢ = صفر

∴ وتر العشر (ر د) = (− نق ± √(نق٢ + ٤ نق٢)) / ٢ = (نق / ٢) (√٥ − ١)

وبالمثل يمكن إيجاد ب ر وتر المخمس

(١) سا : [و : حـ ع]

(٢) ف ، سا ، د : لرديه والمقدار (ار د نو) أى (٣٧ ٤ ٥٦) معناه

٣٧ + ٤/٦٠ + ٥٦/٦٠٢ = ٣٧,٠٨٢٢ ٢٢٢٢ وذلك باعتبار نق = ٦٠

أما إذا اعتبرنا نق = ١ للمقارنة بالقيمة الحديثة نجد أن المقدار = ٠,٦١٨٠ ٣٧٠٤

أما القيمة الحديثة من الجداول فهى ٠,٦١٨٠ ٣٣٩٨

(٣) ف : ع نب لب – وفى سا : ع ل ب حـ – وفى د : لب ج هذا خلف

والمقدار (ع لب د) = ٧٠,٥٣٤٤ ٤٤٤٤ باعتبار نق = ٦٠

أى = ١,١٧٥٥ ٧٤٠٧ باعتبار نق = ١ والقيمة الحديثة هى ١,١٧٥٥ ٧٠٥٠

(٤) ف : حـ – وفى سا : هذا

(٥) ف ، سا ، د : مربع

(٦) ف ، سا : مربعى – وفى د : مربع

(٧) ف : موازى – وفى سا ، د : متوازى

(٨) سا : فلنخرج

(٩) سا : غير موجود

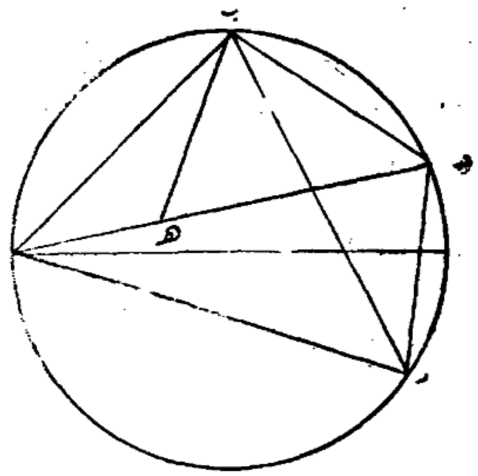
(١٠) د : أ ب

(١١) د : وهو وترها

(١٢) سا : غير موجود

(١٣) سا ، د : ل

حـ ب متساويتان (١) فالمثلثان متشابهان ف : أ ب فى د حـ مثل د ب فى أ هـ وأيضا لأن جميع زاوية (٢) أ ب د مثل هـ ب حـ (٣) وزاويتا ب حـ هـ ، أ د ب متساويتان (٤) فالمثلثان متشابهان (٥) فضرب ب حـ فى أ د مثل د ب فى حـ هـ فجميع ب حـ فى د أ ، أ ب فى د حـ مثل جميع د ب فى حـ هـ وفى هـ آ أعنى فى جميع أ حـ وذلك ما أردنا أن (*)



شكل (٢)

---

(١) فى هامش ب : [يبقى حـ د مثل ب ا ، حاشية : نسبة ا ب ، د ب ، ا هـ ، د حـ]

(٢) ف : فى الهامش

(٣) ف : هـ ر حـ - وفى د : د ب حـ

(٤) فى هامش ب : [يبقى ب د مثل ب هـ د]

(٥) سا ، د : شبيهان — [وأيضا لأن جميع زاوية اب د مثل هـ ب حـ وزاويتا ب حـ هـ ، ا د ب متساويتان فالمثلثان شبيهان] : مكررة فى سا

• نظرية (١) : فى الشكل الرباعى الدائرى حاصل ضرب القطرين = مجموع حاصلى ضرب كل ضلعين متقابلين

البرهان: فى شكل (٢) ا ب حـ د شكل رباعى دائرى مختلف الأضلاع أى أن زاوية ا ب د مثلا لا تساوى د ب حـ ولنفرض أن ا ب د أكبر من د ب حـ ونرسم اب̂هـ = د ب̂ حـ

∵ ب أ̂ هـ ، ب د̂ حـ على قوس واحدة ∴ ب أ̂ هـ = ب د̂ حـ

∴ المثلثان ب ا هـ ، ب د حـ متشابهان ∴ (ا ب)/(د ب) = (ا هـ)/(د حـ)

∴ ا ب × د حـ = د ب × ا هـ

وفى المثلثين ا ب د ، هـ ب حـ : ا ب̂ د = هـ ب̂ حـ (عملا) ، د̂ = حـ̂

∴ المثلثان متشابهان وينتج أن (ب حـ)/(د ب) = (حـ هـ)/(ا د)

نبين «حـ» ولنبين أن وتر فضل (١) نصف الدائرة على قوسين معلومي الوترين (٢) معلوم ولنوقع القوسين ووتريهما على طرفي القطر ليسهل استخراج وتر القوس التي بها يفضل نصف الدائرة عليها (٣) وهي القوس الواقعة بينهما فإنها ووترهاً مساويان (٤) للفضل ووتره لوكانا واقعين (٥) عند طرف القطر والقوسان (٦) المعلومان (٧) ووتراهما واقعين (٨) على هؤلاء (٩) من الطرف الآخر فليكن المطلوب معرفته (١٠) وترا مثل وتر حـ ب (١١) من معرفة وترى (١٢) د حـ ، أ ب الخارجين عن طرفي (١٣) قطر أ د ولنصل (١٤) د ب ، حـ أ وهما معلومان بسبب أنهما وترا تمام نصف الدائرة (١٥) بعد قوس معلومة الوتر والقطر معلوم وزاوية القطر لا محالة قائمة فضرب أحدهما في الآخر معلوم يذهب د حـ في ب أ المعلوم (١٦) بسبب أن د ب ، جـ أ معلومان (١٧) يبقى جـ ب (١٨) في د أ فلنقسم (١٩) ذلك على د أ المعلوم يخرج جـ ب ومن هذا

∴ ب حـ × أ د = د ب × حـ هـ

بالجمع ينتج أن أ ب × د حـ + ب حـ × أ د = د ب (أ هـ + حـ هـ) = د ب × أ حـ

وهو المطلوب

(١) سا : غير موجود

(٢) ف ، سا ، د : الوتر

(٣) ف ، سا ، د : عليها

(٤) سا ، د : يكون مساويا

(٥) د : واقعتين

(٦) د : والمقومتان

(٧) د : غير موجود

(٨) د : واقعتين

(٩) ب ، د : الولاء – وفي ف ، سا : الولا

(١٠) سا ، د : غير موجود

(١١) د : حـ ر

(١٢) سا : وترين

(١٣) سا ، د : طرف

(١٤) ف ، سا ، د : فلنصل

(١٥) د : النهار

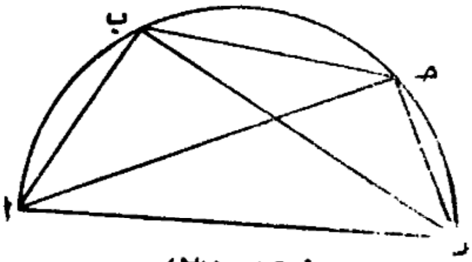
(١٦) في هامش ب : من د ب في د أ

(١٧) ف : معلوم أن – وفي سا ، د : معلوم

(١٨) ف : حـ د

(١٩) ف : فلنقسم

نعلم أن الباقى بعد قوسين معلومتى (١) الوتر من نصف (٢) الدائرة معلوم الوتر (*) فإنه يكون مثل هذا الواقع فى الوسط وإذا (٣) علم هذا فقد علم وتر (٤) الفضل بين



شكل (٣)

قوسين معلومتى (٥) الوتر كقوس السدس وقوس الخمس والفضل بينهما (**) « د » ويمكننا أن نعلم أيضا (٦) وتر نصف قوس معلومة الوتر فلنصل بقطر (٧)

---

(١) ف ، سا ، د : معلومى

(٢) ف مشطوبه – وفى سا ، د : غير موجود

(*) نظرية (٢): إذا علم فى دائرة وتران يقابلان زاويتين معلومتين فإن وتر ١٨٠° – مجموع الزاويتين يصبح معلوما

البرهان : فى شكل (٣) الوتران د حـ ، ا ب معلومان والمطلوب هو الوتر ب حـ

∵ د جـ معلوما ، د ا = ٢ نق ∴ حـ ا يصبح معلوما وبالمثل د ب يصبح معلوما

وباستخدام نظرية (١) للشكل الرباعى الدائرى د حـ ب ا نجد أن

د ب × حـ ا = د حـ × ب ا + ب حـ × د ا

فى هذه المعادلة د ب معلوم ، حـ ا معلوم ، د حـ أحد الوترين ، ب ا الوتر الثانى ، د ا = ٢ نق

∴ يمكن معرفة ب حـ المطلوب

(٣) سا ، د : وإذ (٤) سا ، د : غير موجود

(٥) سا ، د : معلوم

(**) نظرية (٣) : إذا علم فى دائرة وتران يقابلان زاويتين معلومتين فإن وتر الفرق بين الزاويتين يصبح معلوما

البرهان : لم يذكر إبن سينا برهان هذه النظرية ولكنه أشار إلى إمكان ذلك من نظرية (٢) وذلك واضح لأنه إذا كان الوتران المعلومان هما د حـ ، د ب فالمطلوب هو حـ ب (شكل ٣)

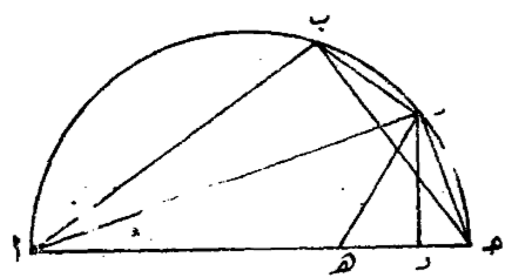
فمن د جـ نجد حـ ا ومن د ب نجد ا ب

ومن الشكل الرباعى الدائرى ا ب حـ د : د ب × حـ ا = د حـ × ب ا + ب حـ × د ا

حيث نجد أن جميع القيم معروفة فيما عدا ب حـ الذى يمكن استنتاجه

(٦) ا ، سا : أيضا أن نعلم (٧) ف : مشطوب

أ جو تر ب حـ [1] المعلوم وانتصف قوسه على د ونصل وترى ب د ، د حـ [2] فنقول إنهما معلومان فنصل أ ب ، أ د ونقطع أ هـ مثل أ ب ونصل د هـ فلأن هـ أ ، أ د [3] مساويان [4] ل : أ ب ، أ د [5] وزاويتا [6] أ على قوسين متساويتين وهما [7] متساويتان فقاعدتا ب د ، د هـ متساويتان ف : هـ د ، د حـ متساويان [8] ونخرج فى مثلث هـ د حـ عمود د ر فلأن أ ب أعنى أ هـ معلوم وكان أ حـ معلوما ، يبقى هـ حـ معلوما [9] ،



شكل (٤)

فنصفه هـ ر معلوم ف : أ ر معلوم و : ر حـ معلوم ومثلث أ د حـ [10] القائم الزاوية مشابه [11] لمثلث د ر حـ [12] القائم الزاوية فنسبة أ حـ إلى د حـ كنسبة د حـ إلى حـ ر

---

(١) ف : غير واضح

(٢) سا : ب حـ ، د حـ

(٢) سا : هـ أ ، أ هـ د

(٤) ب : متساويتان – وفى سا ، د : مساو

(٥) ب : غير واضح

(٦) سا ، د : وزاويتى

(٧) سا ، د: فهما

(٨) ف : متساويتان – وفى ب : [فقاعدتا ب د ، د هـ متساويتان ف : هـ د ، د حـ متساويان) : فى الهامش

(٩) د : معلوما

(١٠) د : أ د هـ

(١١) سا : مساوية

(١٢) د : د ر ح

ﻫ : د حـ واسطة و : ر حـ[1] معلوم(***) وإذ[2] عرفنا هذا فقد اتضح لنا السبيل إلى معرفة وتر ستة أجزاء ووتر [3] ثلاثة أجزاء ووتر جزء ونصف ووتر نصف وربع جزء من معرفتنا وتر قوس اثنى عشر جزءا[4] «ﻫ» ونقول أيضا[5] : إنا اذا أعطينا قوسين صغيرتين [6] معلومتى [7] الوتر أمكننا أن نعرف وتر مجموعهما مثل وترى أ ب ، ب حـ فإنهما معلومان [8] فنقول [9] إن وتر مجموع القوسين [10] أعنى أ حـ [11]

---

(١) د : [ف : ر حـ]

(***) نظرية (٤) : إذا عرفنا وتر قوس ما أمكن إيجاد وتر نصف القوس

البرهان فى شكل (٤) نفرض القوس المعلوم هو حـ ب ووتره حـ ب . ننصف القوس فى نقطة د والمطلوب إيجاد الوتر حـ د

نأخذ نقطة ﻫ على أ حـ بحيث يكون أ ﻫ = أ ب ومن د ننزل العمود د ر على أ حـ

فى المثلثين أ د ﻫ ، أ د ب : أ ﻫ = أ ب ، ﻫ أ̂ د = ب أ̂ د لأنهما تقابلان قوسين متساويتين ، أ د مشترك

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن د ﻫ = د ب = د حـ

∴ فى المثلث ﻫ د حـ يكون ﻫ ر = ر حـ

∵ حـ ب معلوم ∴ أ ب أى أ ﻫ معلوم ،

∵ أ حـ معلوم ∴ ﻫ حـ معلوم

∴ ﻫ ر أو ر حـ معلومان

وفى المثلثين أ د حـ ، د ر حـ : أ د̂ حـ = د ر̂ حـ = ٩٠° ، د أ̂ حـ = ر د̂ حـ لأنهما محيطيتان تقابلان قوسين متساويتين عند المحيط

∴ المثلثان متشابهان وينتج أن (أ حـ / د حـ) = (د حـ / حـ ر)

لكن أ حـ ، حـ ر معلومان ∴ يمكن معرفة د حـ وهو المطلوب

(٢) د : وإذا

(٣) د : وتر

(٤) فى هامش ب : [ووتر فضل ما بين خمس الدائرة وسدسها] – من النظريات السابقة يمكن معرفة وتر السدس (٦٠°) ووتر الخمس (٧٢°) ومن ذلك نستطيع تعيين وتر الفرق بينهما أى وتر ١٢° وبالتنصيف نجد وتر ٦° ثم وتر ٣° ووتر ١ ١/٢° ووتر ٣/٤ .

(٥) سا : غير موجود

(٦) سا : غير موجود

(٧) ف ، سا : معلومى

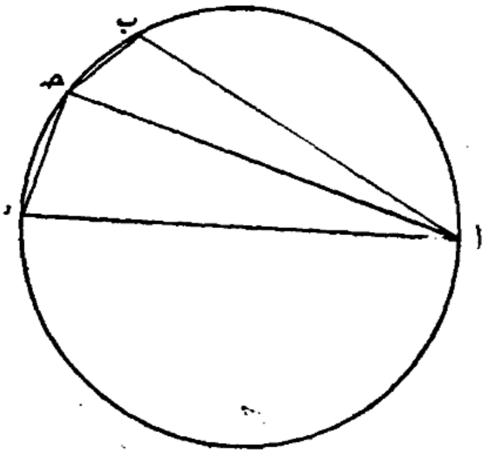
(٨) [فإنهما معلومان] : غير موجود فى سا

(٩) سا : فقول

(١٠) د : القوس

(١١) ب : أ د

معلوم (١) ولنفرض مجموعها (٢) أقل من نصف دائرة وهو (٣) المطلوب فى مباحثنا أعنى أ حـ (٤) ولنخرج القطر أ د ونصل حـ د فلأن أ ب ، ب حـ معلومان (٥)



شكل (٥)

ف : د حـ الباقى معلوم، فوتر قوس أ حـ الباقية إلى نصف الدائرة معلوم «و» وبرهان هذا فى الكتاب أنا نخرج أيضا قطر ب ر هـ (٦) ونصل حـ د ، د هـ ، حـ هـ ، د ب. (٧) و : ب حـ معلوم ف : حـ هـ أيضا معلوم (٨) وبمثل (٩) ذلك ب د بسبب أ ب معلوم، ويصير هـ د معلوما، فيصير حـ د الضلع الرابع معلوما بسبب القطرين وهما حـ هـ ، ب د ويحصل أ حـ معلوما* فإذا فصلنا وتر قوس أصغر أوتار القسى المفروضة

---

(١) [أعنى ا حـ معلوم] : غير موجود فى سا

(٢) سا : وتر مجموعهما

(٣) ف : فهو – وفى سا : فذلك هو

(٤) سا : ا جـ معلوم – وفى د : [ولنفرض مجموعهما أقل من نصف دائرة وهو المطلوب فى مباحثنا أعنى ا جـ] غير موجود

(٥) سا ، د : معلوم

(٦) ف : ب هـ ر

(٧) هـ : حـ د ، د هـ ، هـ د ب

(٨) [ف : حـ هـ أيضا معلوم] : غير موجود فى د

(٩) ف ، سا ، د : ولمثل

(*) نظرية (٥) : إذا عرفنا وترى قوسين صغيرين فإن وتر مجموعهما يصبح معلوما

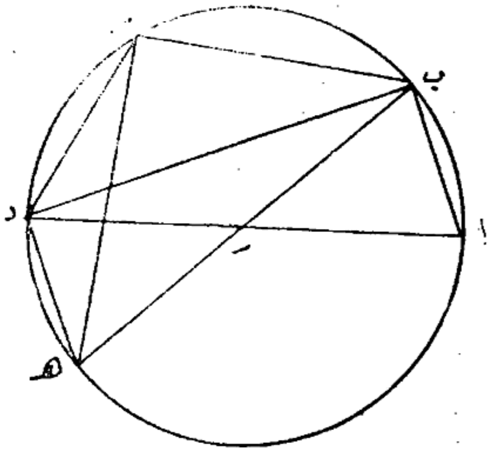
البرهان : فى شكل (٥) الوتران ا ب ، ب حـ معلومان والمطلوب تعيين الوتر ا حـ نرسم القطر ا د فيكون القوس د حـ = ١٨٠ – مجموع القوسين ا ب ، ب حـ

∴ الوتر د حـ يصبح معلوما (نظرية ٢)

وبنفس النظرية تعرف الوتر ا حـ لأن القوس ا حـ = ١٨٠ – القوس د حـ وهو المطلوب

برهان آخر : ذكر ابن سينا برهانا آخر استعمل له شكل (٦) فرسم القطر ب ر هـ

ولم نزل نركب (١) تلك القوس مع قسى أخر معلومة الأوتار كان أوتار المجموعات



شكل (٦)

معلومة وكذلك إذا ضاعفنا (٢) القوس الصغيرة (٣) جدا دائما (٤) وبطلميوس يروم أن يضع أصغر الأوتار وتر (٥) نصف جزء وإذا (٦) عرفت وتر نصف جزء أمكنك أن تستخرج وتر ربع جزء وثمن جزء على سبيل التنصيف (٧)

∵ ب حـ معلوم ∴ حـ هـ يصبح معلوما لأنه وتر ١٨٠ - قوس ب حـ

، ∵ أ ب معلوم ∴ ب د يصير معلوما لأنه وتر ١٨٠ - قوس أ ب

والآن من ب د الذى أصبح معلوما يمكن معرفة هـ د وتر ١٨٠ - قوس ب د

وفى الشكل الرباعى الدائرى ب حـ د هـ : ب د × حـ هـ = ب حـ × هـ د + ب هـ × حـ د

والمقادير المعلومة هى ب د ، حـ هـ ، ب حـ ، هـ د ، ب هـ (= ٢ نق)

∴ يصبح حـ د معلوما

والآن فى المثلث القائم الزاوية أ حـ د : أ د = ٢ نق ، حـ د معلوم

∴ يمكن معرفة أ حـ وهو المطلوب

(١) د : تركت

(٢) د ، سا : ضعفنا

(٣) د : الصغير

(٤) ف : بين السطرين - وفى ب : غير موجود

(٥) سا : غير موجود

(٦) د : غير موجود

(٧) [على سبيل التنصيف] : غير موجود فى سا ، د

ولكن (١) الذى اعتمدناه (٢) من طريق التنصيف لا يؤدى بنا (٣) إلى النصف(٤) جزء حتى يسهل علينا معرفة سائرها وذلك من شكل حـ الذى (٥) قدمه لأنا انتهينا فى استخراج الأوتار إلى وتر فضل ما بين الثلث والخمس وذلك وتر ثمانية وأربعين والتنصيف يؤدى بنا إلى وتر أربعة وعشرين ثم اثنى (٦)عشر ثم ستة ثم ثلاثة ثم واحد ونصف ثم نصف وربع ولا يؤدى إلى معرفة وتر الواحد(٧) أو وتر (٨) النصف وكذلك (٩) تنصيف (١٠) وتر السدس يؤدى إلى وتر ثلاثين ووتر خمسة عشر ووتر سبعة (١١) ونصف ولا يؤدى إلى الواحد وإلى النصف وإن ابتدأت من تنصيف وتر العشر تأديت أيضا إلى أربعة ونصف واثنين وربع فلو (١٢) كان يمكننا أن نعرف وتر ثلث قوس معلومة الوتر بالخطوط لكان ذلك يخرج لنا من وتر جزء ونصف «ر» قال: فإذا لم يمكننا(١٣) ذلك فيجب أن نسلك فيما (١٤) نرومه(١٥) سبيلا من التقريب ونستعين بهذا الشكل قال نسبة الوتر الأطول إلى الوتر الأقصر فى دائرة واحدة أصغر من نسبة القوس الكبرى إلى القوس الصغرى فليكن وتر حـ ب أطول من وتر أ ب فأقول: (١٦)إن نسبة وتر حـ ب الأطول إلى وتر أ ب الأقصر (١٧) أصغر من نسبة قوس حـ ب إلى قوس أ ب فلنصل حـ أ ولننصف زاوية ب بخط ب د

(١) سا : لكن
(٢) ف ، سا ، د : اعتمده
(٣) ف ، سا ، د : به
(٤) ف ، سا ، د : نصف
(٥) [من شكل حـ الذى قدمه] : فى هامش ب - وفى سا ، د : غير موجود
(٦) ب : اثنا
(٧) سا ، د : واحد
(٨) د : ووتر
(٩) سا : لذلك
(١٠) د : تنصف
(١١) سا : تسعة
(١٢) ب : ولو
(١٣) د : يمكننا
(١٤) سا : ما
(١٥) د : يرومه
(١٦) سا : وأقول
(١٧) سا ، د : الأصغر

يقطع حـ أ على هـ وننفذه (١) إلى د ونصل حـ د ، د أ ومعلوم أنهما متساويان لأنهما وترا قوسين متساويتين لأن زاويتها عند ب (٢) متساويتان ولنخرج من د (٣) عمود د ر (٤) ومعلوم أنه يقع فى مثلث هـ حـ د (٥) لأنه ينصف حـ أ قاعدة (٦) مثلث (٧) متساوى الساقين ثم حـ هـ أطول من هـ أ لأن حـ ب أطول من ب أ (٨) وهما على نسبة (٩) الوترين (١٠) الأولين (١١) لأن زاوية ب منصفه فلأن زاوية ر قائمة فهى أكبر من زاوية د أ حـ وهى لا محالة أصغر من د هـ أ (١٢) الخارجة وأكبر من د هـ ر الباقية فضلع أ د أطول من د هـ و : د هـ أطول من در فإذا جعلنا د (١٣) مركزا وأدرنا (١٤) ببعد(١٥) د هـ قطاعا وقع داخل مثلث د هـ أ وقطع د أ على ح(١٦) ووقع خارجا (١٧) عن (١٨) مثلث د حـ ر فلنخرج العمود حتى يلقاه على ط فبين أن قطاع د هـ ط أعظم من مثلث د هـ ر وقطاع د هـ ح(١٩) أصغر من مثلث د هـ أ فإذن (٢٠) نسبة قطاع د هـ ط(٢١) أعنى زاوية هـ د ر (٢٢)

---

(١) ف : مشطوب – وفى ب : ننفذ هـ – وفى سا ، د : غير موجود

(٢) [عند ب] : غير موجود فى سا

(٣) [من د] : غير موجود فى سا

(٤) سا : هـ ر (٥) سا ، د : حـ د هـ

(٦) سا : مكرر

(٧) سا ، د : غير موجود

(٨) [لأن حـ ب أطول من ب أ] : غير موجود فى سا ، د

(٩) ب ، د : نسبتهما

(١٠) د : الوترين

(١١) [الوترين الأولين] : غير موجود فى ب

(١٢) سا : حـ هـ

(١٣) د : حـ

(١٤) ف : مشطوب – وفى سا ، د : غير موجود

(١٥) سا ، د : وببعد

(١٦) ف ، سا ، د : حـ

(١٧) ف ، سا ، د : خارج

(١٨) سا ، د : غير موجود

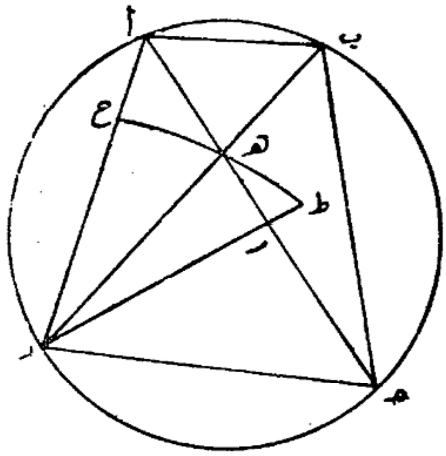
(١٩) ف : د هـ حـ

(٢٠) ب : فتكون .

(٢١) [أعظم من مثلث د هـ ر وقطاع د هـ ح أصغر من مثلث د هـ أ فإذن نسبة قطاع د هـ ط] : غير موجود فى د .

(٢٢) ب : حـ د ر .

إلى قطاع د هـ ح(١) أعني زاوية هـ د ح(٢) أعظم من نسبة [مثلث هـ د ر إلى مثلث



شكل (٧)

أ هـ د (٣) أعني قاعدة ر هـ إلى قاعدة هـ أ (٤)]من مثلثين ارتفاعهما واحد فإذا ركبنا(٥) تكون(٦) نسبة ر أ إلى أ هـ أصغر من نسبة جميع زاوية ر د أ إلى زاوية (٧) هـ د أ وإذا ضعفنا المقدمين كانت نسبة جميع حـ أ إلى أ هـ (٨) أصغر من نسبة جميع زاوية د إلى زاوية أ د هـ وإذا(٩) فصلنا كانت نسبة حـ هـ إلى هـ أ أعني حـ ب إلى أ ب(١٠) أصغر (١١) لأن الزاوية منصفة أصغر (١٢) من نسبة زاوية حـ د ب إلى زاوية ب د أ أعني قوس حـ ب(١٣) إلى قوس ب أ(*) «ح» فليكن الآن

---

(١) ف ، د : دهـ حـ .

(٢) ف : دهـ حـ (٣) ب : غير واضح .

(٤) العبارة التي بين القوسين هي في سا ، د : [مثلث هـ د ر أعني قاعدة هـ ر إلى مثلث أ هـ د أعني قاعدة هـ أ]- وفي ف نجد نفس العبارة حيث [اعني قاعدة هـ ر] في الهامش .

(٥) سا ، د : بالتركيب .

(٦) سا ، د : غير موجود .

(٧) د : غير موجود .

(٨) د : غير واضح .

(٩) سا ، د : فإذا .

(١٠) د : مكرر .

(١١) ف : مشطوب – وفي سا ، د : غير موجود .

(١٢) ب : غير موجود – وفي ف : في الهامش .

(١٣) د : دب .

(*) نظرية (٦) : نسبة الوتر الأطول إلى الأقصر في دائرة أصغر من نسبة القوس الكبرى إلى الصغرى .

البرهان : فى شكل (٧) وتر حـ ب أطول من أ ب والمطلوب إثبات أن

الوتر حـ ب / الوتر أ ب أقل من القوس حـ ب / القوس أ ب

ننصف ب̂ بالمستقيم ب د ليقابل المحيط فى نقطة د ثم نسقط العمود د ر على أ حـ ليقابله فى ر ثم نركز فى نقطة د ونرسم قوسا من دائرة نصف قطرها د هـ حيث هـ نقطة تقاطع ب د ، أ حـ ونفرض أن القوس تقابل امتداد د ر فى ط وتقطع د أ فى ع .

∵ حـ ب̂ د = أ ب̂ د بالتنصيف ∴ الوتر حـ د = د أ

∴ المثلث د أ حـ متساوى الساقين

، ∵ د ر عمود من رأس المثلث د أ حـ على القاعدة فهو ينصفها ∴ حـ ر = ر أ

فى المثلث أ ب حـ : ب هـ ينصف زاوية الرأس أ ب̂ حـ ويلاقى القاعدة فى هـ .

∴ حـ ب / أ ب = حـ هـ / هـ أ

لكن حـ ب > ب أ فرضا ∴ حـ هـ < هـ أ

∴ العمود د ر يقع داخل المثلث هـ حـ د ∴ ر̂ القائمة > د هـ̂ ر > د أ̂ هـ

∴ د ر < د هـ < أ د أى أن القوس ط هـ ع يقطع أ د ويقطع امتداد د ر

∴ قطاع د هـ ط > مثلث د هـ ر وقطاع د هـ ع < مثلث د هـ أ

∴ قطاع د هـ ط / قطاع د هـ ع < مثلث د هـ ر / مثلث د هـ أ ∴ زاوية هـ د ر / زاوية هـ د ع < القاعدة ر هـ / القاعدة هـ أ

∴ (ر هـ + هـ أ) / هـ أ > (هـ د̂ ر + هـ د̂ ع) / هـ د ع ∴ ر أ / هـ أ > ر د̂ أ / هـ د ع

بضرب الطرفين فى ٢ ينتج أن

٢ ر أ / هـ أ > ٢ زاوية ر د أ / زاوية هـ د ع ∴ حـ أ / هـ أ > حـ د̂ أ / هـ د ع

ومن ذلك ينتج أن

(حـ أ − هـ أ) / هـ أ > (حـ د̂ أ − هـ د̂ ع) / هـ د ع ∴ حـ هـ / هـ أ > حـ د̂ هـ / هـ د ع

لكن حـ هـ / هـ أ = حـ ب / ب أ

∴ حـ ب / ب أ > حـ د̂ ب / ب د أ أى أن حـ ب / ب أ > القوس حـ ب / القوس ب أ وهو المطلوب

أ د(١) فى هذه الدائرة وتر واحد ونصف وهو كما خرج بالحساب جزء وأربع وثلاثون (٢) دقيقة وخمس عشرة (٣) ثانية(٤) ووتر أ ح (٥) وتر الجزء المجهول الذى هو الواحد ووتر أ ب(٦) وتر نصف وربع وقد خرج(٧) بالحساب سبعة(٨) وأربعون (٩) دقيقة وثمانى ثوان (١٠) ولأن نسبة قوس أ د (١١) إلى قوس أ ح(١٢) نسبة (١٣) مثل ونصف إلى مثل فنسبة(١٤) وتر أ د (١٥) إلى وتر أ ح (١٦) أصغر من نسبة مثل ونصف إلى مثل فـ : أ ح (١٧) أكبر (١٨) من ثلثى أ د(١٩) فهو إذن أكثر (٢٠) من جزء ودقيقتين وخمسين ثانية(٢١) الذى هو

---

(١) ف ، صا ، د : أ ح .

(٢) ب ، د : وأربع وثلاثين – وفى ف : .·. أربعة وثلاثون .

(٣) صا : وخمسة عشر .

(٤) القيمة = (١ ٣٤ ١٥) = ١ + $\frac{٣٤}{٦٠}$ + $\frac{١٥}{٢٦٠}$ = ١,٥٧٠٨ ٣٣٣٣ باعتبار نق = ٦٠ أو ٠,٠٢٦١ ٨٠٥٦ باعتبار نق = ١ أما القيمة الصحيحة فهى ٠,٠٢٦١ ٧٩٢٠

(٥) ب : غير واضح – وفى صا ، د : أ ب

(٦) ف ، صا ، د : أ د

(٧) د : خرج لك .

(٨) صا ، د : سبع .

(٩) ف : وأربعين .

(١٠) ف ، صا ، د : وثمان ثوانى – والقيمة هى (صفر ٤٧ ٨) = ٠,٠١٣٠ ٩٢٥٩ باعتبار نق = ١ والقيمة الصحيحة هى ٠,٠١٣٠ ٨٩٨٦

(١١) ف ، صا ، د : أ ح

(١٢) ف ، صا ، د : أ ب .

(١٣) ب : فى الهامش .

(١٤) هـ : ونسبة .

(١٥) ف ، صا ، د : أ ح

(١٦) ف ، صا ، د : أ ب .

(١٧) ف ، صا ، د : أ ب .

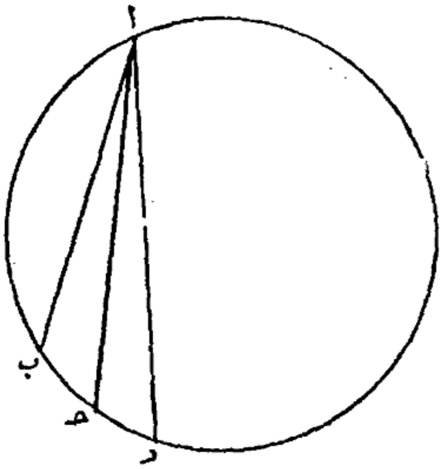
(١٨) صا : أكثر .

(١٩) صا ، د : أ ح .

(٢٠) صا ، د . اكبر .

(٢١) القيمة = (١ ٢ ٥٠) = ٠,٠١٧٤ ٥٣٧١ باعتبار نق = ١ .

ثلثا ا د (١) وبحسب ذلك (٢) أصغر من مثل وثلث (٣) ا ب (٤) ومثل وثلث ا ب (٥) هو أيضا جزء ودقيقتان وخمسون (٦) ثانية فهو بعينه أكبر وأصغر من شيء واحد بحسابين فلتذهب الزيادة والنقصان (٧) تقريبا يبقى وتر ا ج (٨) جزء ودقيقتين



شكل (٨)

وخمسين ثانية (٩) بالتقريب فإذن مقدار وتر (١٠) نصف قوس ا ج (١١) بالتقريب وهو الذى كان يراد استخراجه معلوم (*) فتصير بالتركيب (١٢) مقادير

---

(١) ف ، سا ، د : ا ﺟ .

(٢) ف ، سا ، د : ذلك ا ب .

(٣) سا : ثلث .

(٤) ف ، سا ، د : ا ﺟ .

(٥) ف ، سا ، د : ا د .

(٦) ب : وخمسين .

(٧) ف ، سا ، د : بالنقصان .

(٨) ف ، سا ، د : ا ب .

(٩) د : ودقيقتان وخمسون ثانية .

(١٠) ف ، د : غير موجود – وفى ب : بين السطرين .

(١١) ف ، سا ، د : ا ب .

(١٢) ف : مشطوب – وفى سا ، د غير موجود

(*) تعيين قيمة وتر درجة واحدة

نفرض (شكل ٨) أن ا د وتر $1\frac{1}{2}$ درجة ، ا ب وتر $\frac{3}{4}$ درجة ، ا ﺟ وتر درجة واحدة

وقد عرفنا فيما سبق قيمة ا د ، ا ب والمطلوب إيجاد قيمة ا ﺟ .

$\therefore \frac{\text{قوس ا د}}{\text{قوس ا ﺟ}} = \frac{3}{2} \qquad \therefore \frac{\text{وتر ا د}}{\text{وتر ا ﺟ}} < \frac{3}{2}$ (نظرية ٦)

القسى المتزايدة بنصف (١) درجة نصف درجة معلومة من طريق تركيب قوسين معلومتى (٢) الوتر وقد وضع بطلميوس لها جداول مبتدئة من نصف درجة ومتزايدة بنصف درجة نصف درجة إلى مائة وثمانين درجة فوضع أولا جدولا للقوس (٣) ثم تلاه بجدول (٤) ما يخصه من الوتر ثم تلاه بجدول (٥) ما يخص دقيقة واحدة قوسية من الوتر حتى إذا طلب وتر ما هو أزيد أو أنقص من الموضوع بدقائق زيد أو نقص ما يخص تلك الدقائق بأن يضرب ما يخص دقيقة واحدة فى عدد دقائق التفاوت فما اجتمع يزاد أو ينقص وهذا (٦) بالتقريب الذى لا يظهر للحس وأما فى الحقيقة فليس (٧) نسب (٨) القسى بحسب الأوتار فهذا هو الغرض الأول من هذه الأصول (٩) (**) .

∴ وتر أ حـ > $\frac{٢}{٣}$ أ د أى > ٠,٠١٧٤ ٥٣٧١ باعتبار نق = ١

ومن جهة أخرى $\frac{\text{قوس أ حـ}}{\text{قوس أ ب}} = \frac{٤}{٣}$ ∴ $\frac{\text{وتر أ حـ}}{\text{وتر أ ب}} < \frac{٤}{٣}$

∴ وتر أ حـ < $\frac{٤}{٣}$ أ ب أى < ٠,٠١٧٤ ٥٣٧١

∴ أ حـ أكبر من وأصغر من نفس القيمة ∴ فهو يساوى هذه القيمة .

∵ أ حـ = ٠,٠١٧٤ ٥٣٧١ ومن ذلك نوجد وتر نصف درجة بالتنصيف .

(١) سا : لنصف .

(٢) ف ، سا : معلومى .

(٣) ف : جدول القوس – وفى د : حذا وأول القوس – وفى سا : جدول قوس .

(٤) د : لجدول .

(٥) [يخصه من الوتر ثم تلاه بجدول] : غير موجود فى سا .

(٦) سا : وهكذا .

(٧) [بجدول ما يخص دقيقة واحدة قوسية من الوتر حتى إذا طلب وتر ما هو أزيد أو أنقص من الموضوع بدقائق زيد أو نقص ما يخص تلك الدقائق بأن يضرب ما يخص دقيقة واحدة فى عدد دقائق التفاوت فما اجتمع يزاد أو ينقص وهذا بالتقريب الذى لا يظهر للحس وأما فى الحقيقة فليس] : مكرر فى د .

(٨) د : بسبب .

(٩) [الاوتار فهذا هو الغرض الأول من هذه الأصول] : غير موجود فى سا .

(**) وضع بطليموس جداول الأوتار للقسى لفترات نصف درجة ثم وضع قيمة وتر دقيقة واحدة فإذا كان المطلوب مثلا وتر زاوية س° + $\frac{١}{٢}$° + عددا من الدقائق نأخذ من الجدول قيمة وتر س° + $\frac{١}{٢}$° ثم نضيف إليه عدد الدقائق × نصيب الدقيقة الواحدة . وذلك بالتقريب لأنه يعتمد على أن الزيادة فى القوس تتناسب مع الزيادة فى الوتر .

فصـــل

فى معرفة الميل (١)

« ط » وأما الغرض الثانى فأن نعرف القوس التى (٢) بين الانقلابين حتى إذا نصفناها (٣) كان غاية (٤) الميل وأن نعطى أصولا تعرف بها القسى المجهولة من دوائر مرسومة على بسيط كرى منها قسى ميول درج البروج وهى ما ينحاز (٥) بين نقطة الدرجة من فلك البروج ونقطة المقطع من معدل النهار من القسى التى هى أجزاء دائرة كبرى تمر (٦) بقطبى (٧) المعدل وبالدرجة ومنها قسى أخرى على مانوضحه فى التفصيل (*) فأما سبيل رصد الميل فأن نتخذ دائرة نحاسية يحيط بها سطوح أربعة متوازية وتقسم بدرج ودقائق ما أمكن وأخرى تدور فيها ولاتستر ما قسم من دورها ويجعلان على غاية الهندام ويعمل على قطر الداخلة مثل دفتى (٨) الإسطرلاب وشظيتيه (٩) بغاية الاحتياط ويقيمها (١٠) موفقة على عمود (١١) إقامة مقاطعة لسطح الأفق على زاوية قائمة ويكون سطحا (١٢) هاتين (١٣) فى (١٤) سطح دائرة نصف النهار (**) وأما (١٥) إقامة سطحيهما مقاطعين لسطح الأفق على زاوية

---

(١) [فصل فى معرفة الميل] : غير موجود فى سا ، د .

(٢) د : الذى . (٣) سا ، د : نصفناه .

(٤) سا : عليه . (٥) ب : غير واضح .

(٦) ف ، سا : ثم — وفى ب : [تحوز] وبين السطرين [تمر] .

(٧) سا : نقطتى .

(*) تعريفات : غاية الميل : أكبر ميل للشمس عن خط الاستواء obliquity of ecliptic قوس ميل درجة البروج : بعد النقطة عن خط الإستواء السماوى .

(٨) ف ، سا ، د : لبنتى .

(٩) ب ، ف : غير واضح .

(١٠) د : نقيمها .

(١١) [على عمود] : غير موجود فى سا .

(١٢) د : سطحاها .

(١٣) د : فى بين .

(١٤) د : غير موجود .

(**) الآلة التى يرصد بها غاية الميل تتكون من حلقتين من النحاس متحدتى المركز والخارجة منهما مقسمة إلى درجات ودقائق بينما الداخلة يمكن أن تدور حول مركزها ومثبت فيها مؤشر وتقام هذه الآلة بحيث تكون عمودية على الأفق وينطبق مستواها على مستوى الزوال meridian

(١٥) ب ، د : فأما .

قائمة (١) فبالشاقول وأما إقامتهما (٢) في سطح نصف النهار فباستخراج خط نصف النهار واستخراجه بأن نسوى (٣) مكانا (٤) من الأرض غاية (٥) الاستواء حتى لو صب فيها ماء لم يمل إلى جهة وينصب فيه (٦) عمود مستقيم من نحاس أو خشب أو غيرهما ونجعل (٧) منصب العمود مركزا ويدار عليه دائرة أعظم ما يمكن مما نعرف أن طرف الظل قد يقع في خطها وقوعا مستبتا (٨) بلا انتشار وقتا (٩) ما من النهار ونرصد (١٠) طرف الظل حتى يقع عليها قبل الزوال وحتى يقع عليها (١١) مرة أخرى عند الفيء ونعلم على النقطتين ونقسم القوس بينهما بنصفين ونعلم عليه فمن النقطة (١٢) الوسطى إلى المركز هو (١٣) خط نصف النهار (***) فإذا نصبناها (١٤) هكذا لم نزل نأخذ ارتفاع الشمس بها دائما (١٥) وقت استوائها وهي جنوبية حتى نعرف غاية الانحطاط ونعلم على الجزء الذي وقعت

---

(١) [قائمة ويكون سطحا هاتين في سطح دائرة نصف النهار وأما إقامة سطحيهما مقاطعين لسطح الأفق على زاوية قائمة] : غير موجود في سا .

(٢) د : إقامتها .

(٣) ف : [نسوى] : و بن السط بن [يسوى] .

(٤) ف ، سا : مكان .

(٥) سا : في غاية .

(٦) سا : فيها .

(٧) ب : وينصب .

(٨) سا : مستبينا .

(٩) سا : وقتا .

(١٠) ب ، د : فنرصد – وفي ب : فرصد .

(١١) [قبل الزوال وحتى يقع عليها] : في هامش ف .

(١٢) ب ، سا ، د : غير موجود .

(١٣) د : غير موجود .

(***) هنا شرح طريقة نصب الآلة بحيث تستوفي الشروط المطلوبة .

أولا : يمكن نصبها عموديا على الأفق باستخدام الشاقول وهو خيط في آخره ثقل مثل ميزان البناء.

ثانيا : لكي نعين مستوى الزوال أو اتجاه الشمال والجنوب نثبت عصا رأسية على سطح الأرض في منطقة مستوية ونرسم حولها دائرة مركزها نقطة ارتكاز العصا ، ثم نراقب ظل العصا منذ الصباح فنجده يقصر تدريجيا حتى يمس محيط الدائرة ثم نراقب الظل بعد الظهر فنجده يزداد تدريجيا حتى يمس محيط الدائرة . فإذا نصفنا الزاوية بين نقطتي التماس كان هذا هو اتجاه الشمال والجنوب .

(١٤) ف ، سا ، د : نصبنا .

(١٥) ب : من وقت .

عليه الشظية (١) المرئية ثم نفعل (٢) كذلك وهى شمالية حتى نعرف غاية الارتفاع ونعلم على الجزء الذى وقعت عليه الشظية (٣) كما فى الاسطرلاب فالذى بين العلامتين هو ضعف الميل فنصفه غاية (٤) الميل فالخط (٥) الذى بين المركز (٦) وبين المنصف (٧) هو فى سطح معدل النهار « ى » وقد يمكن أن يرصد بما هو أسهل من هذا بأن تؤخذ (٨) لبنة مربعة مستقصاة (٩) التربيع وقيام الزوايا وتسطيح السطوح المحيطة بها ولتكن مثلا إحدى صفحتيها مربع ا ب جـ د ولنجعل ب مركزا وببعد ا ب (١٠) ربع دائرة (١١) ا جـ ونقسمه على تسعين درجة وعلى الدقائق ما أمكن ولننصبها (١٢) على خط نصف النهار بحيث يقاطع سطحاها (١٣) سطح الأفق على زوايا (١٤) قائمة ونجعل زاوية ب إلى الجنوب وقد أقمنا على نقطة ب وتدا (١٥) قائما محكما قد سوى بالشاقول بحيث يصل ظله إلى قوس ا جـ (١٦) وآخر على جـ مثله (١٧) ومساويا له حتى إذا وقع الشاقول عليهما جميعا عند النصب وقوعا واحدا عرف استواؤه ويرصد وقوع ظل الوتد الذى على ب كل يوم على الأجزاء فكلما ازداد الارتفاع وقع أسفل وكلما ازداد (١٨) الانحطاط وقع أعلا فإذا انتهينا إلى الغايتين ارتفاعا وانحطاطا عرفنا ما بين الغايتين ويجب أن نضع خلف القوس على (١٩)

---

(١) سا : الشطيئة — وفى د : الشنطية .

(٢) ب ، د : غير موجود — وفى سا (ثم نفعل) غير موجود .

(٣) ب : الشفية المرئية — وفى سا : الشطيئة .

(٤) سا ، د : تمام .

(٥) ب : والخط .

(٦) ب ، د : المنصوف .

(٧) ب ، د : المركز .

(٨) ف : يؤخذ .

(٩) د : مستقصاه .

(١٠) سا ، د : ا .

(١١) [ربع دائرة] : فى هامش ب — [ربع] : فى هامش ف .

(١٢) سا : ولننصبه — وفى د : ولننصب .

(١٣) ف ، سا ، د : سطحاه .

(١٤) ف ، د : غير موجود .

(١٥) سا : وترا .

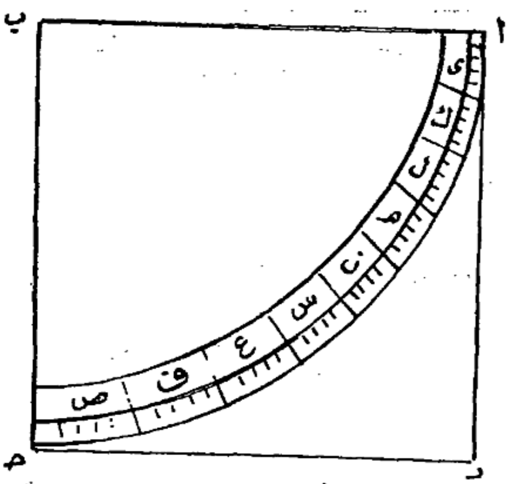
(١٦) د : ب جـ .

(١٧) ب : وآخر مثله على حـ .

(١٨) سا ، د : زاد .

(١٩) سا ، د : إلى .

الشمال شيئا يمنع الظل عن التفشي (*) قال بطلميوس(١) : فلما تواترت منا الأرصاد وكان(٢) أكثر اعتمادنا على الاستدلال من نقطة سمت الرأس والبعد عنها فوجدنا قوس ما بين الانقلابين سبعة وأربعين جزءا (٣) وأكثر من ثلثي جزء وأقل من نصف وربع جزء (٤) قريبا مما قال اراطستنانس (٥) ووافقه أبرخس إذ جعل نسبة هذه القوس إلى الدائرة أحد عشر جزءا من ثلاثة وثمانين بالتقريب (٦) ويكون نصفها هو الميل كله وبهذه الآلة يمكن أن نستخرج عرض البلاد بأن نعرف جزء (٧) معدل النهار ونأخذ بعد سمت الرأس عنه وهو الباقي إلى تمام تسعين (٨)



شكل (٩)

(*) يمكن استبدال الآلة المذكورة سابقا ببناء حائط مربع ا ب ح د عمودي على الأفق وفي مستوى الزوال (شكل ٩) بحيث يكون ا ب أفقيا ونقطة ب نحو الجنوب ونرسم على الحائط ربع دائرة ا ح مركزها نقطة ب ونقوم بتدريج ربع الدائرة ثم نثبت في ب وتدا أو مؤشرا ب ا يتحرك في مستوى الحائط .

(١) ف ، سا ، د : غير موجود .

(٢) سا ، د : فكان .

(٣) ف ، د : مز جزءا — وفي سا : م ن .

(٤) ضعف غاية الميل تقع بين ٢/٣ ٤٧° وبين ٣/٤ ٤٧° أى أن غاية الميل تقع بين ٥٠′ ٢٣° وبين ٥٢,٥′ ٢٣°

(٥) ف : إراطشاقس .

(٦) وجد اراطسثانس وإبرخس ضعف غاية الميل = ١١/٨٣ من الدائرة = ٤٧,٧° .

(٧) ف : غير واضح .

(٨) سا ، د : سبعين .

وهو في اللبنة ما بين حـ (١) وجزء (٢) معدل (٣) النهار وهو بعينه ارتفاع القطب (**) وها هنا حيل أخرى (٤) لهذه الأرصاد تذكر في اللواحق «يا» ثم أخذ بضع مقدمات هندسية لتمام عرضه أولها (٥) أنه إذا تقاطع بين خطى أ ب ، أجـ المتصلين على زاوية أ (٦) خطا ب هـ ، جـ د الاثنان (٧) من طرفيها (٩) المفترقين ثم انتهيا (٩) إليها عند هـ، د كانت نسبة أ جـ إلى أ هـ مؤلفة من نسبة حـ د إلى د ر (١٠) ، ب ر إلى ب هـ . برهان ذلك أن نخرج هـ ح موازيا (١١) ا : حـ د فنسبة (١٢) أ جـ إلى ا هـ ك: حـ د إلى هـ ح ؛ ولنوسط بينهما ر د، فيكون(١٣) نسبة(١٤) حـ د إلى هـ ح(١٥) مؤلفة من نسبة جـ د إلى ر د ، من (١٦) ر د إلى هـ ح (١٧) فتكون جـ د على نسبة من (١٨) ر د ، ر د على نسبة من هـ ح وكل شيء فلك أن تجعله واقعا (١٩) بين

---

(١) [ما بين حـ] : غير موجود في سا .

(٢) ف : غير واضح .

(٣) [جزء معدل النهار ونأخذ بعد سمت الرأس عنه وهو الباقي إلى تمام تسعين وهو في اللبنة ما بين حـ وجزء معدل] : في هامش ف .

(**) يمكن بهذه الآلة معرفة عرض المكان بتعيين نقطة خط الاستواء السماوي أو معدل النهار على القوس أ حـ فيكون بعدها عن نقطة حـ هو عرض المكان .

(٤) [حيل أخرى] : غير واضح في ف - في د : جبل أخرى .

(٥) د : أولهما .

(٦) ف ، سا ، د : غير موجود .

(٧) د : الآتيان .

(٨) سا : طرقهما .

(٩) ف : انتهينا .

(١٠) ر هي نقطة تقاطع حـ د ، ب هـ .

(١١) [إلى أ هـ مؤلفة من نسبة حـ د إلى د ر ، ب ر إلى ب هـ . برهان ذلك أن نخرج هـ ع موازيا] : غير موجود في ف ، سا - [ثم انتهيا إليهما عند هـ ، د كانت نسبة أ حـ إلى أ هـ مؤلفة من نسبة حـ د إلى د ر ، ب ر إلى ب هـ . برهان ذلك أن نخرج هـ ع موازيا] غير موجود .

(١٢) ف : كنسبة .

(١٣) ب ، ف ، سا ، د: لتكون .

(١٤) سا : كنسبة .

(١٥) سا : هـ حـ .

(١٦) ف ، سا ، د : غير موجود .

(١٧) سا : هـ حـ .

(١٨) سا : غير موجود .

(١٩) د : غير موجود .

شيئين بنسبتين بها بعينها تتوسط بينها وتكون لأحد الشيئين (١) إلى الآخر نسبة معينة مؤلفة من تلك (٢) النسبتين إذا كان المتوسط ذلك (٣) المقدار لا غير فإن بدل صار من نسبتين أخرتين ولما كان أ جـ ا : أ هـ مثل جـ د ا : حـهـ (٤) فإذن إذا أخذ شيء ما نسبة أ حـ إليه كنسبة حـ د إلى ر د كان لا محالة نسبة ذلك المقدار إلى أهـ كنسبة (٥) ر د إلى ح هـ للأصول التي في اقليدس (٦) فإذن نسبة أ جـ إلى ذلك المقدار ونسبة ذلك المقدار (٧) إلى أ هـ هي بعينها نسبة جـ د إلى د ر ، در إلى هـ ح وإنما طولنا هذا النقف على تأليف النسبة لكن نسبة ر د إلى هـ ح نسبة ر ب إلى ب هـ فسواء أخذت نسبة جـ د إلى ر د ثم ر د إلى هـ ح أو ر ب (٨) إلى ب هـ فإذن نسبة جـ أ إلى أ هـ مؤلفة من نسبتي جـ د : ر د ، ب ر : ب هـ (٩)(*) «يب» وأيضا بالتفصيل نسبة جـ هـ إلى هـ أ مؤلفة من نسبة جـ ر : ر د ومن (١٠) نسبة د ب إلى(١١) ب أ فنخرج (١٢) أح (١٣) موازيا ا : هـ ب ، جـ د إذا أخرج لاقى (١٤)

---

(١) سا : غير واضح . (٢) سا ، د : تينك .

(٣) ف ، سا ، د : بذلك . (٤) سا : [د : حـ هـ] .

(٥) [حـ د إلى ر د كان لا محالة نسبة ذلك المقدار إلى ا هـ كنسبة] : في هامش ب .

(٦) ب : كتاب أوقليدس .

(٧) [ونسبة ذلك المقدار] : غير موجود في سا .

(٨) ف : هـ ب - وفي سا ، د : هـ ر .

(٩) د : ب د ، هـ ب .

(*) نظرية (٧) : إذا تقاطع المستقيمان ا ب ، ا حـ في ا ثم رسمنا ب هـ ، حـ د ليقابلا ا حـ في هـ ، ا ب في د ويتقاطعا في ر (شكل ١٠) كان .

$$\frac{\text{ا ح}}{\text{ا هـ}} = \frac{\text{ح د}}{\text{د ر}} \times \frac{\text{ب ر}}{\text{ب هـ}}$$

البرهان : نرسم هـ ع موازيا حـ د ليقطع ا ب في ع .

$$\therefore \frac{\text{ا ح}}{\text{ا هـ}} = \frac{\text{ح د}}{\text{هـ ع}} = \frac{\text{ح د}}{\text{د ر}} \times \frac{\text{د ر}}{\text{هـ ع}}$$

لكن $\frac{\text{د ر}}{\text{هـ ع}} = \frac{\text{ب ر}}{\text{ب هـ}}$ $\therefore \frac{\text{ا ح}}{\text{ا هـ}} = \frac{\text{ح د}}{\text{د ر}} \times \frac{\text{ب ر}}{\text{ب هـ}}$ وهو المطلوب

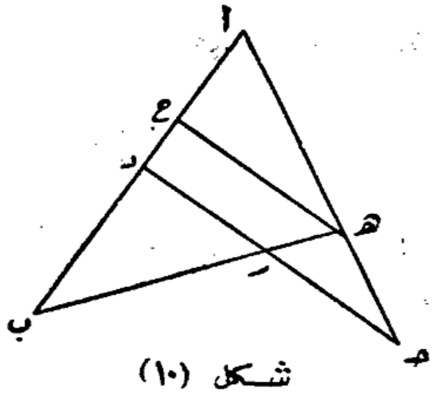
(١٠) [، ب ر : ب هـ وأيضا بالتفصيل نسبة حـ هـ إلى هـ ا مؤلفة من نسبة حـ ر : ر د ومن] : غير موجود في سا - وفي د : [من] غير موجود .

(١١) ف : مشطوب - وفي د : غير موجود .

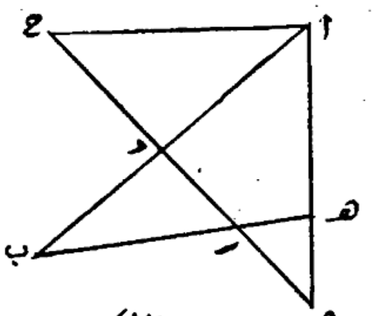
(١٢) د : ونخرج . (١٣) سا : ا هـ .

(١٤) ب : لاقا .

أ ح لا محالة لأن زاوية ر هـ جـ (١) أعنى ح أ جـ وزاوية (٢) أ جـ ح أقل من قائمتين فليكن تلاقيهما على ح ف : جـ هـ إلى أ هـ مثل جـ ر إلى ر ح ، أعنى مؤلفة من جـ ر إلى ر د الزيادة ومن (٣) ر د إلى ر ح (٤) لكن ر د (٥) إلى ر ح (٦) مثل ب د (٧) إلى ب أ



شكل (١٠)



شكل (١١)

لأن المثلثين متشابهان (٨) لزاويتى التقاطع وزاويتى التبادل (٩) من المتوازيين مع تركيب الأضلاع فإذن حـ هـ إلى هـ أ مؤلفة كما قلنا (١٠) (ز*) .

---

(١) سا : ر د حـ
(٢) سا : فزاوية .
(٣) سا ، د : و .
(٤) سا : د د ع .
(٥) د : ر حـ .
(٦) سا : د ع .
(٧) د : ب ر .
(٨) ف : مشابهان .
(٩) سا : التقاطع بل – وفى د : التقابل .
(١٠) [كما قلنا] : غير موجود فى د .

(*) نظرية (٨) : إذا تقاطع المستقيمان أ ب ، أ حـ فى أ ثم رسمنا ب هـ ، حـ د ليقابلا أ حـ فى هـ ، أ ب فى د ويتقاطعا فى ر (شكل ١١) فإن .

$$\frac{\text{جـ هـ}}{\text{هـ أ}} = \frac{\text{جـ ر}}{\text{ر د}} \times \frac{\text{د ب}}{\text{ب أ}}$$

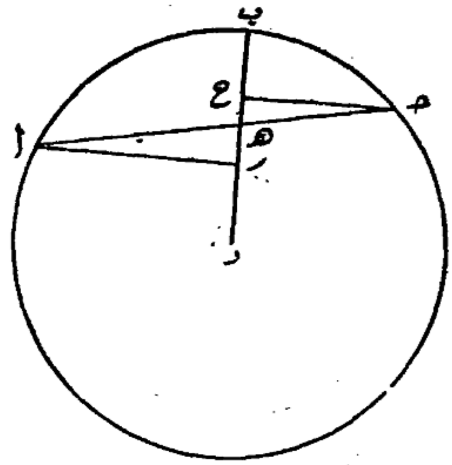
البرهان : نرسم أ ع موازيا هـ ب ليلاقى امتداد حـ د فى ع .

$$\therefore \frac{\text{جـ هـ}}{\text{أ هـ}} = \frac{\text{جـ د}}{\text{ر ع}} = \frac{\text{جـ د}}{\text{ر د}} \times \frac{\text{ر د}}{\text{ر ع}}$$

فصــل

فى معرفة الجيوب (١)

دائرة أ ب ج على مركز د ونقط (٢) ج ، ب ، أ على المحيط كيف اتفق (٣) لكن ج ب (٤) ، ب أ كل أصغر من نصف الدائرة فنسبة جيب أ ب (٥) إلى جيب ج ب كنسبة أ ه إلى ه ج (٦) فسمى (٧) وتر مجموعهما المقسوم بنصف القطر



شــكل (١٢)

المخرج إلى نقطة ب (٨) ويعنى بالجيب نصف وتر ضعف القوس ونسبة الجيوب بعضها إلى بعض كنسبة (٩) أضعافها لا محالة ولنخرج جيبى (١٠) ج ح ، أ ر

لكن فى المثلثين المتشابهين ر د ب ، ع أ د : $\frac{\text{ر د}}{\text{ر ع}} = \frac{\text{ب د}}{\text{ب ا}}$

$\therefore \frac{\text{جـ هـ}}{\text{ا هـ}} = \frac{\text{جـ ر}}{\text{ر د}} \times \frac{\text{ب د}}{\text{ب ا}}$ وهو المطلوب

(١) [فصل فى معرفة الجيوب] : غير موجود فى سا ، د .

(٢) د : ونقطة .

(٣) سا ، د : اتفقت .

(٤) سا : جـ د .

(٥) سا : جـ ب .

(٦) سا : ا هـ جـ — وفى د : هـ ع أصغر من نصف الدائرة .

(٧) سا : فيسمى .

(٨) سا ، د : به .

(٩) سا : نسبة .

(١٠) سا : جبى .

وذلك بأن نخرج عمودين (١) إلى القطر لا محالة فلأن المثلثين متشابهان فنسبة أ ر إلى ج ح كنسبة أ ه إلى ه ح (٢) وهو المراد (**) .

مقدمة يحتاج إليها

«مح» كل مثلث تعلم زواياه تعلم نسب(٣) أضلاعه وذلك لأن إذا أدرنا عليه دائرة عرفنا قوس كل زاوية بنسبة (٤) وترها (٥) من محيط تلك الدائرة فإذا كان إحدى الزوايا قائمة كان وترها نفس (٦) القطر فإذا علمت زاوية أخرى كفاك أو علمت (٧) ضلعا آخر وعرفت (٨) نسبته إلى وتر القائمة كفاك لأنك تعلم قوس ذلك الضلع الآخر إذا صير وترا فتعرف القوس الباقية إلى نصف الدائرة فتعرف وترها وهو الضلع الثالث وتعرف نسبة الزوايا ومقاديرها بمعرفتك (٩)

---

(١) سا : عمود ى ر .

(٢) د : هـ ع .

(**) نظرية (٩) : أ ب ، ب حـ قوسان فى دائرة مركزها د فإذا وصلنا د ب ، أ جـ فتقاطعا فى هـ كان .

$$\frac{\text{جيب قوس أ ب}}{\text{جيب قوس ب حـ}} = \frac{\text{أ هـ}}{\text{هـ حـ}}$$

البرهان : نسقط العمودين حـ ع ، أ ر من نقطتى حـ ، أ على د ب (شكل ١٢)

فى المثلثين أ ر هـ ، حـ ع هـ : $\hat{\text{ر}} = \hat{\text{ع}} = ٩٠^\circ$ ، أ $\hat{\text{هـ}}$ ر = حـ $\hat{\text{هـ}}$ ح للتقابل بالرأس

∴ المثلثان متشابهان وينتج أن $\frac{\text{أ ر}}{\text{حـ ع}} = \frac{\text{أ هـ}}{\text{هـ حـ}}$

لكن أ ر ، حـ ع هما جيبا القوسين أ ب ، ب حـ

∴ $\frac{\text{جيب قوس أ ب}}{\text{جيب قوس ب حـ}} = \frac{\text{أ ر}}{\text{حـ ع}} = \frac{\text{أ هـ}}{\text{هـ حـ}}$ وهو المطلوب

(٣) سا : فى الهامش وغير واضح - وفى د : نسبة .

(٤) ب ، سا ، د : ونسبة .

(٥) ف ، سا ، د : وتره .

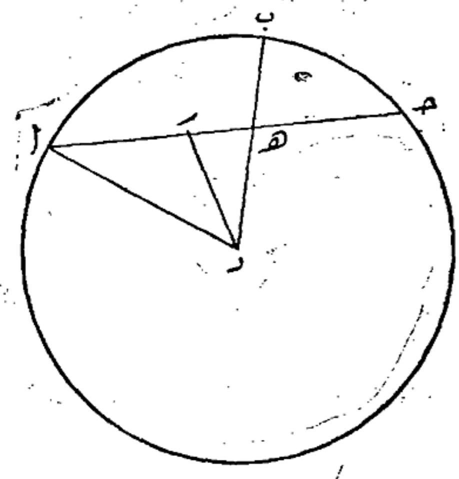
(٦) ب : نصف - وفى هامش ف : نفس .

(٧) د : واو .

(٨) سا : وعلمت .

(٩) سا ، د : لمعرفتك .

بالقسى الى توترها (١) «يد» فإن كانت قوس جـ أ معلومة ونسبة الجيبين معلومة ف : جـ ب ، ب أ كل (٢) معلوم ولنخرج من مركز د عمود د ر فلأن (٣) أ د (٤) نصف القطر معلوم و : أ ر (٥) نصف (٦) الوتر المعلوم قوسه (٧) معلوم ونسبة أ هـ : هـ جـ (٨) معلومة فنسبة جميع الوتر المعلوم إلى جـ هـ معلومة فيكون جـ هـ ، هـ أ معلومين (٩) وتفاوت هـ ر معلوما و : د ر معلوم لأن زاوية ر من مثلث أ ر د قائمة و : أ د ، أ ر (١٠) معلومان فالمثلث معلوم وكذلك مثلث د هـ ر

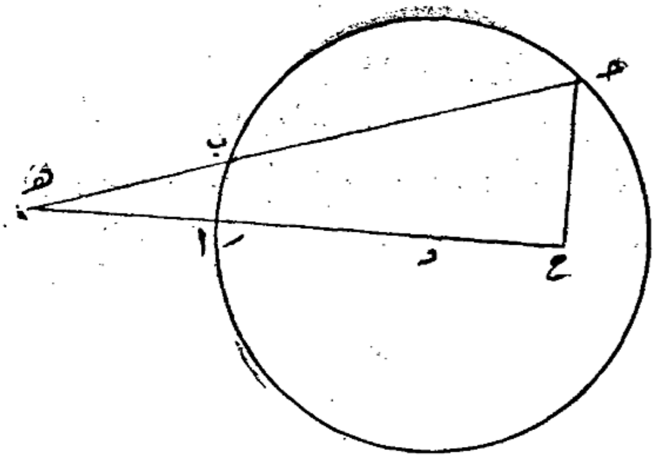


شكل (١٣)

من ضلع د ر المعلوم و : هـ ر المعلوم (١١) وهو (١٢) التفاوت بين المعلومين ويعلم زاوية كل واحد من المثلثين بما علمت فيكون جميع زاوية د معلومة فقوس أ ب معلومة (١٣)

---

(١) د : يوترها .
(٢) سا ، د : غير موجود
(٣) سا : ثلاث .
(٤) د : أ هـ .
(٥) سا ، د : غير موجود .
(٦) سا ، د : ونصف .
(٧) ب ، ف ، سا ، هـ : لقوسه .
(٨) د : هـ ع .
(٩) ف ، سا ، د : معلومة .
(١٠) سا : [ف : أ د ، د ر] .
(١١) [و : هـ ر المعلوم] : غير موجود في سا ، د .
(١٢) د : و .
(١٣) ف ، د : معلوم



شكل (١٤)

تبقى قوس (١) جـ ب معلومة(٢) (*) «يه» وأيضا (٣) على د دائرة أ ب جـ

---

(١) د : غير موجود .

(٢) ف ، سا ، د : معلوما .

(*) مقدمة (١) : جـ ب أ قوس معلومة فى دائرة مركزها د ، ونعلم أيضا جيب قوس جـ ب / جيب قوس ب أ

فيكون كلا من قوسى جـ ب ، ب أ معلوما .

البرهان : نرسم من المركز د عمود د ر على أ جـ ونصل د ب ليقطع أ جـ فى هـ (شكل ١٣)

∴ نسبة الجيبين معلومة ∴ جـ هـ / هـ أ نسبة معلومة أو هـ أ / جـ هـ

∴ جـ أ / جـ هـ نسبة معلومة .

لكن جـ أ وتر القوس جـ أ معلوم .

∴ جـ هـ وبالتالى هـ أ معلومان .

لكن أ ر = ½ أ جـ معلوم .

∴ هـ ر = أ هـ − أ ر معلوم .

وفى المثلث أ د ر القائم الزاوية : أ ر معلوم ، أ د = نق .

∴ يصبح د ر ، أ د^ر معلومان .

وفى المثلث د هـ ر القائم الزاوية : د ر ، هـ ر معلومان .

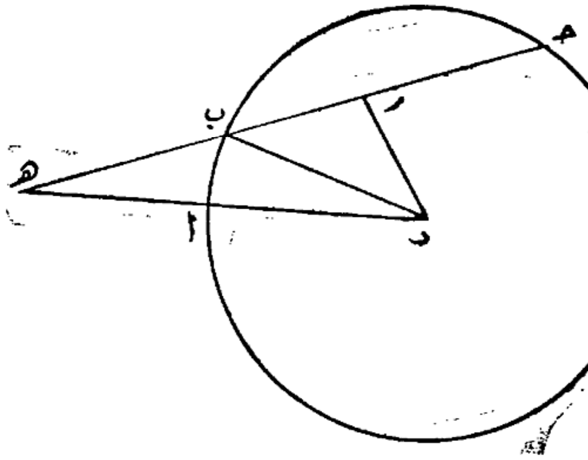
∴ هـ د^ر تصبح معلومة .

∴ هـ د^أ تصير معلومة وهى تساوى قوس أ ب .

∴ يمكن معرفة القوسين أ ب ، ب جـ وهو المطلوب .

(٣) د : وأيضا ليكن .

بنقطها (١) فنضع أن د أ ، جـ ب يلتقيان على هـ فنسبة جيب جـ أ إلى جيب أ ب كنسبة جـ هـ إلى ب هـ وليخرج عمودي جـ ح ، ب ر على ح أ (٢) فيكونان متوازيين (٣) وهما جيبا قوسي (٤) أ جـ و أ ب ونسبتهما نسبة (٥) جـ هـ إلى هـ ب (**) «يو» فإن كانت المعطاة قوس جـ ب وحدها ونسبة الجيبين معلومة ف : أ ب معلوم فليخرج جـ ب يلاقي د أ على هـ ويخرج (٦) على (٧) جـ ب عمود د ر فلأن زاوية ب د ر التي



شكل (١٥)

---

(١) سا : غير موجود وبدلا منها [ونصل جـ ب] – وفي د : [نقطها ونصل جـ ب] .

(٢) ف ، سا ، د : ط أ .

(٣) سا : متوازيان :

(٤) سا ، د : قوس .

(٥) د : كنسبة .

(**) مقدمة (٢) : أ ب جـ قوس في دائرة مركزها د (شكل ١٤) فإذا التقى امتدادي جـ ب د أ في نقطة هـ .

$$\text{كان } \frac{\text{جيب قوس جـ أ}}{\text{جيب قوس أ ب}} = \frac{\text{جـ هـ}}{\text{ب هـ}}$$

البرهان : ننزل العمودين جـ ح ، ب ر على أ د فيكونا جيبي القوسين أ جـ ، أ ب .

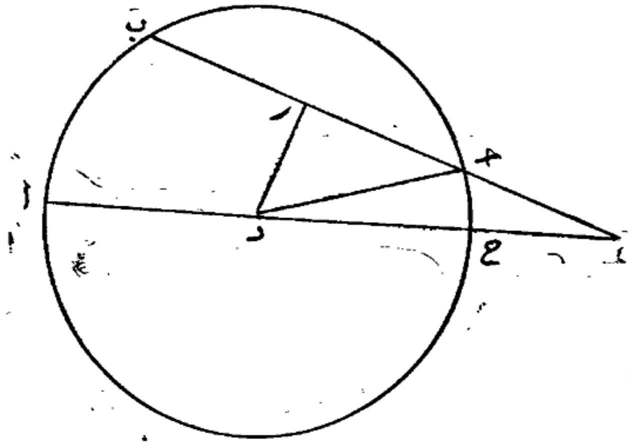
$$\text{وفي مثلث هـ جـ ح : جـ ح يوازي ب ر } \therefore \frac{\text{جـ ح}}{\text{ب ر}} = \frac{\text{جـ هـ}}{\text{ب هـ}}$$

$$\therefore \frac{\text{جيب قوس جـ أ}}{\text{جيب قوس أ ب}} = \frac{\text{جـ ح}}{\text{ب ر}} = \frac{\text{جـ هـ}}{\text{ب هـ}} \quad \text{وهو المطلوب}$$

(٦) [على هـ و يخرج] : غير موجود في سا ، د .

(٧) سا ، د : وعلى .

بوترها نصف قوس معلوم (١) معلومة والقائمة معلومة وضلع د ب معلوم فمثلث د ب ر القائم الزاوية معلوم الأضلاع والزاويا فلأن نسبة الجيبين أعنى جيب جـ أ الى جيب ب أ (٢) معلومة بل نسبة جـ هـ إلى ب هـ و : جـ ب معلوم تكون نسبة(٣) جـ هـ إلى ب هـ معلومة (٤) فيصير ب هـ (٥) معلوما (٦) وهو الزيادة معلومة (٧) فيصير جميع جـ هـ ، ب هـ معلومين فيكون د ر ، ر هـ معلومين ويكون مثلث (٨) هـ د ر وزاوية هـ د ر معلومين اذهب ب د ر المعلومة تبقى هـ د ب (٩) معلومة فيبقى قوس أ ب معلومة «ير» وأما إن كان الالتقاء من الجهة الأخرى فإنا نعلم قوسى جـ ح ، ب ح بمثل (١٠) ما علمنا فى الشكل الأول قوس أ ب (١١)

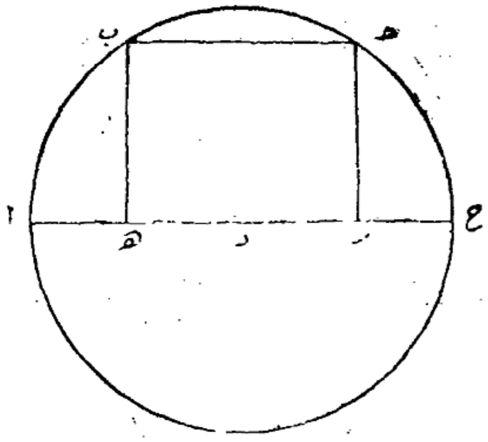


شكل (١٦)

فتصير جميع قوس ب ح معلومة (١٢) لكن جميع قوس ب جـ معلومة (١٣) لكن

(١) سا : معلومة – وفى د : غير موجود .
(٢) سا : ر أ .
(٣) ب : ونسبة .
(٤) [تكون نسبة حـ هـ إلى ب هـ معلومة] : غير موجود فى د .
(٥) د : يه .
(٦) ف : فى الهامش – وفى ب : غير موجود .
(٧) ب : معلوما – وفى د : غير موجود .
(٨) [د ر ، ر هـ معلومين ويكون] : غير موجود فى سا
(٩) سا : د ب .
(١٠) د : مثل .
(١١) سا : ب ع .
(١٢) [قوس ب ع معلومة] : غير موجود فى سا .
(١٣) [لكن جميع قوس ب حـ معلومة] : غير موجود فى ب ، سا ، د .

جميع نصف دائرة ح جـ أ (١) معلومة (٢) يبقى ب أ معلوما و بح . وأما إن كان موازيا لا يلتقى فليكن ب هـ جيب أ ب وهو لا محالة عمود على قطر أ ح (٣) و : جـ ر (٤) جيب (٥) أ جـ (٦) وهو أيضا عمود على أ ح تبقى زاويتا (٧) ب هـ ، جـ ر بين المتوازيين قائمتين ويكون سطح جـ هـ متوازى الأضلاع فيكون ب هـ ، جـ ر متساويين لكن جـ ر أيضا جيب جـ ح ف : جـ ح (٨) ، ب أ متساويان و : جـ ب معلوم فنصف ما يبقى (٩) إلى تمام نصف الدائرة معلوم وهو ب أ (*) فهذه



شكل (١٧)

(١) ف : جـ أ .
(٢) سا : معلوم .
(٣) سا : أ حـ .
(٤) سا : [و : حـ] .
(٥) د : حيث .
(٦) د : أ ح .
(٧) د : زاويتى .
(٨) سا ، د : فخرج .
(٩) ف : تبقى .
(*) مقدمة (٣) : أ ب حـ قوس فى دائرة مركزها د والمعلوم هو قوس حـ ب وكذلك

جيب قوس حـ أ / جيب قوس ب أ فى هذه الحالة يصبح جيب أ ب معلوما

يتضمن البرهان اعتبار ثلاث حالات .

الحالة الأولى : إذا تلاقى حـ ب ، د أ من ناحيتى ب ، أ (شكل ١٥) ولنفرض أن نقطة التلاقى هى هـ . ننزل العمود د ر من نقطة د على ب حـ ونصل د أ .

∵ القوس ب ح معلوم أى أن ب د̂ ح معلومة .

∴ ب د̂ ر = ½ ب د̂ ح معلومة .

∴ المثلث القائم الزاوية د ب ر يصبح معلوم الزوايا والأضلاع .

أى أننا نعلم د ر ، د ب ، ب د̂ ر .

لكنا نعلم نسبة $\frac{\text{جيب قوس ح أ}}{\text{جيب قوس ب أ}}$ وهذه تساوى $\frac{\text{ح هـ}}{\text{ب هـ}}$ (مقدمة ٢) .

∴ فنحن نعرف $\frac{\text{ح هـ}}{\text{ب هـ}}$ أى $\frac{\text{ح ب + ب هـ}}{\text{ب هـ}}$

لكن ح ب وتر القوس ح ب المعلوم ∴ ح ب معلوم .

ومن ذلك يمكن معرفة ب هـ وبالتالى نعرف ر هـ = ½ ب ح + ب هـ

فى المثلث القائم الزاوية د هـ ر : ر هـ معلوم ، د ر معلوم .

∴ نعرف هـ د̂ ر .

∴ هـ د̂ ب = هـ د̂ ر − ب د̂ ر أصبحت معلومة .

وهذه الزاوية هى قوس أ ب وهو المطلوب .

الحالة الثانية : إذا تلاقى ب ح ، أ د من ناحيتى ح ، د (شكل ١٦) ولنفرض نقطة التلاقى هـ . ننزل العمود د ر على ب ح ونصل د ح .

ونفرض أن امتداد أ د يقطع المحيط فى نقطة ع .

∵ ح د̂ ر = ½ ب د̂ ح ∴ ح د̂ ر تصبح معلومة .

∴ المثلث القائم الزاوية د ح ر يصبح معلوم الزوايا والأضلاع .

أى أننا نعلم د ر ، ر ح ، ح د̂ ر

لكننا نعلم نسبة $\frac{\text{جيب قوس ح أ}}{\text{جيب قوس ب أ}}$ وهذه تساوى $\frac{\text{ب هـ}}{\text{ح هـ}} = \frac{\text{ب ح + ح هـ}}{\text{ح هـ}}$.

لكن ح ب وتر القوس ح ب معلوم

∴ يمكن معرفة ح هـ وبالتالى نعرف ر هـ = ح هـ + ر ح

فى المثلث القائم الزاوية د هـ ر : ر هـ معلوم ، د ر معلوم

∴ نعرف هـ د̂ ر ∴ هـ د̂ ح = هـ د̂ ر − ح د̂ ر أصبحت معلومة .

وهذه الزاوية هى قوس ح ع

∴ قوس أ ب = ١٨٠ − (قوس ب ح + قوس ح ع) تصبح معلومة وهو المطلوب

الحالة الثالثة : إذا كان ح ب ، د أ متوازيان (شكل ١٧)

مقدمات معينة على تحقيق (١) الشكل القطاع وهو هذا « يط » أربع قسى دون أنصاف فى الدوائر لكنها من أكبر (٢) الدوائر التى ترسم على بسيط الكرة وقوسا(٣) جـ أ ، ب أ يلتقيان على أ و يخرج من جـ ، ب قوسان (٤) منها يتقاطعان على ر ثم يقطعان القوسين على د ، هـ فنقول إن نسبة جيب قوس جـ هـ إلى جيب قوس هـ أ مؤلفة من نسبة جيب قوس جـ ر (٥) إلى جيب قوس ر د (٦) وهو (٧) نسبة جيب قوس د ب إلى (٨) جيب قوس ب أ (٩) ومما يسهل (١٠) تصور هذا الشكل أن تعلم أن قطر كل دائرة وكل وتر يقع فيها (١١) يكونان فى سطح واحد فلنخرج من المركز وهو ح ووجوده سهل لأنه (١٢) مركز كل قوس من هذه خطوط (١٣) هـ ح ، ح ب ، ، ح ر (١٤) و : أد الوتر فلا محالة أن أ د الوتر و : ب ح فى سطح واحد فلا يخلو إما أن يقع ب ح موازيا لـ : أ د وإما أن يقع غير مواز (١٥) فإن وقع غير مواز (١٦) فيلتقى به من إحدى الجهتين فليقع أ د بحيث يلاقى ح ب

ننزل العمودين حـ ر ، ب هـ على القطر أ د ع

∵ حـ ب ، د أ متوازيان ∴ حـ ر = ب هـ

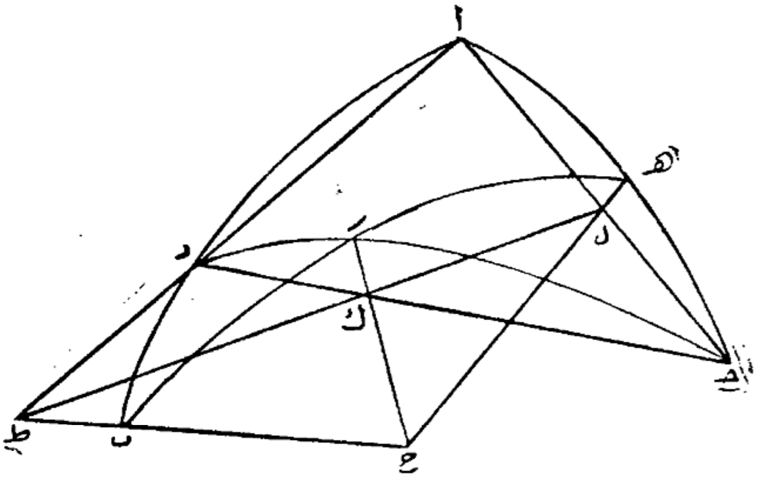
لكن حـ ر هو جيب قوس حـ ع ، ب هـ هو جيب قوس ب أ

∴ قوس حـ ع = قوس ب أ

∴ قوس ب أ = $\frac{1}{2}$ (١٨٠ – قوس ب حـ) معلوم وهو المطلوب

(١) سا ، د : تقطيع
(٢) ف : أكثر
(٣) سا : وقوس
(٤) ف ، سا : قوسين
(٥) ب : حـ ر ب – وفى ف : حـ د
(٦) ب : غير واضح
(٧) سا ، د : و
(٨) د : ونسبة
(٩) [نسبة جيب قوس د ب إلى جيب قوس ب أ] : فى هامش ب
(١٠) سا : فى الهامش
(١١) هـ : فيها
(١٢) د : لأن
(١٣) د : غير موجود وبدلا منه نجد [القسى هو مركز الكرة]
(١٤) سا : هـ ع ، حـ ب ، ع ن
(١٥) سا : موازى
(١٦) سا : مواز له

من جهة د على ط ويخرج وتر أ جـ فيقاطع لا محالة نصف قطر دائرته وهو هـ ح(١)
على ل وكذلك وتر جـ د يقاطع رح على ك ولأن خطوط ح هـ ، ح ر ، ح ط تلقى
كلها قوس هـ ر ب فكلها فى سطح واحد وكذلك نقط ل ، ك ، ط فى سطح (٢)
واحد ومثلث أ جـ د أيضا فى سطح واحد وهو سطح ضلعيه (٣) الوترين (٤)
المذكورين (٥) وأخرج (٦) أ د على الاستقامة فى ذلك السطح فـ : ط
أيضا فى ذلك السطح فنقط ل ، ك . ط فى سطحين أحدهما سطح قوس هـ ر ب
والآخر سطح مثلث أ جـ د فيصل (٧) إذن بينهما خط مستقيم وهو خط ل ك ط
على ما قيل فى كتاب أقليدس فإذن قد وقع بين خطى أ جـ (٨) ، أ ط
المتلاقيين خطا جـ د ، ط ل المتقاطعان (٩) على ك فنسبة جـ ل إلى ل أ مؤلفة من نسبة



شكل (١٨)

(١) بدلا من [نصف قطر دائرته وهو هـ ع] نجد فى د : [نصف قطر هـ ع لدائرته لدائرته] – وفى ف ، سا [نصف قطر هـ ع لدائرته] حيث فى ف : [هـ ع] فى الهامش .

(٢) ب : غير موجود

(٣) سا : صاحبة – وفى د : ضلعاه

(٤) ب : فى الهامش – وفى ف : غير موجود

(٥) د : المذكوران .

(٦) سا . [و : ا ح]

(٧) ف ، سا : فنصل .

(٨) ف ، سا : ا ح

(٩) سا ، د : المتقاطعين .

جـك إلى ك د (١) : ط د (٢) إلى ط أ لكن نسبة جـل إلى ل أ كنسبة (٣) جيب قوس جـ هـ إلى (٤) جيب قوس (٥) هـ أ وكذلك نسبة جـك إلى ك د كنسبة جيب قوس جـ ر إلى جيب قوس ر د ونسبة (٦) ط د إلى ط أ كنسبة (٧) جيب (٨) قوس ب د إلى جيب قوس ب أ فإذن نسبة جيب قوس جـ هـ (٩) إلى جيب قوس هـ أ مؤلفة من نسبة جيب قوس جـ ر إلى جيب قوس ر د وجيب قوس ب د إلى (١٠) جيب قوس ب أ وهذا مثاله (*) .

---

(١) [إلى ك د] : غير موجود فى سا

(٢) سا : [و : ط]

(٣) فى هامش ب : (إذا كانت نسبة ح إلى ى مؤلفة من نسبة ح إلى ط ومن ط إلى ى فإن نسبة ح إلى ط مؤلفة من نسبة ح إلى ى ومن نسبة ى إلى ط . وكذلك نسبة ط إلى ى مؤلفة من نسبة ط إلى ح ومن ح إلى ى وعلى هذا القياس فى العكس]

(٤) [جيب قوس حـ هـ إلى] : فى هامش ف

(٥) [حـ هـ إلى جيب قوس] : فى هامش ب

(٦) [حـ ك إلى ك د كنسبة جيب قوس حـ ر إلى جيب قوس ر د ونسبة] : غير موجود فى د

(٧) سا ، د : غير موجود

(٨) سا ، د : كجيب

(٩) د : ح هـ

(١٠) [جيب قوس حـ ر إلى جيب قوس ر د وجيب قوس ب د إلى] : غير موجود فى د

(*) نظرية (١٠) : شكل قطاع كرى يتكون من أربعة أقواس عظام على سطح الكرة هى أ ب ، أ حـ والقوس حـ ر د المار بنقطة حـ ويقطع أ ب فى د ، والقوس ب ر هـ المار بنقطة ب ويقطع أ حـ فى هـ حيث نقطة ر هى تقاطع حـ ر د ، ب ر هـ

$$\text{فيكون}\quad \frac{\text{جيب قوس حـ هـ}}{\text{جيب قوس هـ أ}} = \frac{\text{جيب قوس حـ ر}}{\text{جيب قوس ر د}} \times \frac{\text{جيب قوس د ب}}{\text{جيب قوس ب أ}}$$

البرهان : نفرض أن ع مركز الكرة ونصل ع هـ ، ع ب ، ع ر والوتر أ د

∵ هـ ع هو نصف قطر الدائرة الواصل إلى نقطة هـ من القوس أ حـ

∴ هـ ع والوتر أ حـ فى مستوى واحد

وبالمثل ع ر ، حـ د وكذلك ع ب ، أ د فى مستوى واحد

نفرض نقطة تقاطع ع هـ ، أ جـ هى ل وتقاطع ع ر ، حـ د هى ك

أما ع ب ، أ د . فهناك ثلاث حالات لهما . فهما إما أن يتوازيا أو يتقاطعا من جهة د ، ب أو يتقاطعا من جهة أ ، ع

الحالة الأولى : إذا تلاقي ع ب ، ا د من جهتى د ، ب فى نقطة ط (شكل ١٨-)

∵ المستقيمات ع هـ ، ع ر ، ع ط تلتقى فى نقطة ع وتقع كلها فى مستوى القوس هـ ر ب

∴ النقط ل ، ك ، ط تقع كلها فى مستوى واحد هو مستوى القوس هـ ر ب

ومن ناحية أخرى نقطة ط تقع على المستقيم أ د أى تقع فى سطح المثلث أ د حـ

«ك» وإما ان يقع(١) بحيث (٢) يلاقيه من جهة أ وليس هذا فى الكتاب فلنقدم له مقدمة فنقول (٣) إنه إذا كانت نسبة أ الأول إلى ب الثانى مؤلفة من نسبة جـ الثالث إلى د الرابع ومن هـ الخامس إلى ر السادس فإن نسبة جـ (٤) الثالث إلى د (٥) الرابع مؤلفة من نسبة أ الأول إلى ب الثانى ومن نسبة ر السادس إلى هـ الخامس برهانه أن (٦) نأخذ ا : جـ ، د ، هـ ، ر (٧) حدودا ثلاثة مشتركة وهى ح ، ط ، ى فنسبة ح(٨) : ى هى(٩) بعينها نسبة أ : ب (١٠) ولنجعل ى واسطة بين ح ، ط فتكون (١١) نسبة ح إلى ط وهى نسبة جـ إلى د وهما الثالث

وكذلك نقطة ل الواقعة على المستقيم حـ د أى تقع فى سطح نفس المثلث

والنقطة ل واقعة على المستقيم ا حـ فهى إذن تقع فى سطح المثلث

أى أن النقط ل ، ل ، ط تقع كلها فى مستوى المثلث ا د حـ

ولكنها تقع فى مستوى آخر هو مستوى القوس هـ ر ب

∴ النقط الثلاث تقع على مستقيم واحد هو تقاطع المستويين

∴ المستقيمات ا حـ ، ا ط ، حـ د ، ط ل تقع كلها فى مستوى واحد وقد تقاطع حـ د ، ط ل فى نقطة ل

$$\therefore \frac{\text{حـ ل}}{\text{ل ا}} = \frac{\text{حـ ل}}{\text{ل د}} \times \frac{\text{ط د}}{\text{ط ا}} \qquad \text{(نظرية ٨)}$$

لكن $\frac{\text{حـ ل}}{\text{ل ا}} = \frac{\text{جيب قوس حـ هـ}}{\text{جيب قوس هـ ا}}$ ، $\frac{\text{حـ ل}}{\text{ل د}} = \frac{\text{جيب قوس حـ ر}}{\text{جيب قوس ر د}}$

، $\frac{\text{ط د}}{\text{ط ا}} = \frac{\text{جيب قوس د ب}}{\text{جيب قوس ب ا}}$ ومن ذلك ينتج المطلوب

(١) سا ، د : وقع

(٢) سا : من حيث

(٣) سا ، د : ونقول

(٤) سا : حـ ا

(٥) سا : د ا

(٦) ف ، د : : أنا

(٧) سا : ب حـ ، د ، هـ ر

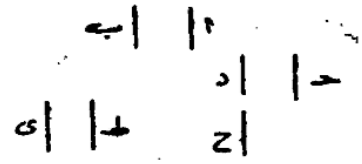
(٨) سا : [حـ : ى]

(٩) ف : غير موجود

(١٠) سا : [ا : ر]

(١١) ف : فتكو

والرابع مؤلفة من نسبة ح إلى ى أعنى أ إلى ب[1] الأول والثانى و : ى[2] إلى ط أعنى السادس والخامس [3] وذلك ما أردنا أن نبين[4] (**) «كا» ونجعل[5]



مقدمة شكل (١٩)

د أ[6] ، ب ح يلتقيان من جهة أ عند ط ونتمم نصفى دائرتى ب د أ ك ، ب ر هـ ك[7] ولا محالة أنهما يلتقيان على القطر دون ط لأن ط أ خارج عن قطعة دائرة ب د أ ولكنه قد[8] تبين بالشكل الذى قبل هذا أنه يجب أن يكون نسبة جيب جـ ر الأول إلى جيب ر د الثانى مؤلفة من نسبة جيب جـ هـ الثالث إلى جيب هـ أ[9] الرابع ونسبة

---

(١) ب : غير موجود

(٢) سا : ونسبة - وفى د : ومن نسبة

(٣) سا ، د : إلى الخامس

(٤) ب : نقدم

(**) مقدمة لحالة الثانية من نظرية (١٠) : إذا كان $\frac{\text{أ}}{\text{ب}} = \frac{\text{جـ}}{\text{د}} \times \frac{\text{هـ}}{\text{ر}}$

يكون $\frac{\text{جـ}}{\text{د}} = \frac{\text{أ}}{\text{ب}} \times \frac{\text{ر}}{\text{هـ}}$

البرهان : نفرض ثلاث قيم ع ، ط ، ى (مقدمة شكل ١٩) بحيث يكون

$$\frac{\text{جـ}}{\text{د}} \times \frac{\text{هـ}}{\text{ر}} = \frac{\text{ع}}{\text{ط}} \times \frac{\text{ط}}{\text{ى}}$$

أى أن $\frac{\text{أ}}{\text{ب}} = \frac{\text{ع}}{\text{ى}}$ ، $\frac{\text{جـ}}{\text{د}} = \frac{\text{ع}}{\text{ط}}$ ، $\frac{\text{هـ}}{\text{ر}} = \frac{\text{ط}}{\text{ى}}$

لكن $\frac{\text{ع}}{\text{ط}} = \frac{\text{ع}}{\text{ى}} \times \frac{\text{ى}}{\text{ط}}$ $\therefore$ $\frac{\text{جـ}}{\text{د}} = \frac{\text{أ}}{\text{ب}} \times \frac{\text{ر}}{\text{هـ}}$ وهو المطلوب

(٥) ف ، سا ، د : فلنجعل

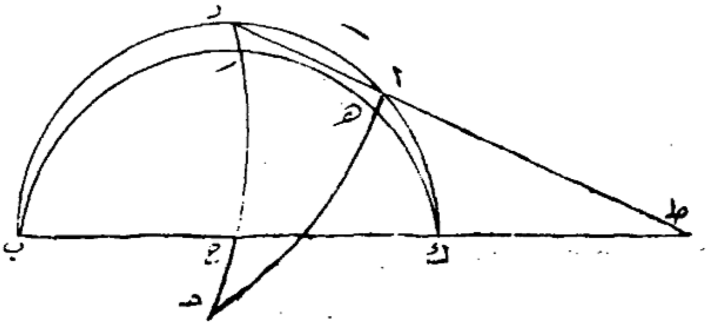
(٦) د : هـ أ

(٧) سا : ب د أ ، ل ب ، ر هـ ك

(٨) د : غير موجود

(٩) سا : هـ

جيب ك أ (١) الخامس أعنى جيب أ ب لأن ك أ ب نصف دائرة إلى جيب ك د (٢) السادس أعنى جيب د ب لأن ك د ب (٣) نصف الدائرة فيلزم من ذلك أن تصير نسبة جيب جـ هـ الثالث إلى جيب هـ أ الرابع مؤلفة من نسبة



شكل (١٩)

جيب جـ ر الأول إلى (٤) جيب ر د الثانى ومن نسبة جيب ب د (٥) السادس إلى جيب ب أ (٦) الخامس وذلك ما أردنا أن نبين (٧) (*) . «كب» وأما

---

(١) د : ك

(٢) د : هـ ك

(٣) ف ، سا ، د : د ك ب

(٤) ب : ف

(٥) سا . ر د

(٦) سا : ب

(٧) [أن نبين] : غير موجود فى ب

(*) نظرية (١٠) الحالة الثانية إذا التقى د ا ، ب ح من ناحية ا ، ح (شكل ١٩)

البرهان : نفرض أن نقطة التلاقى هى ط ونكمل نصفى دائرتى ب د ا ك ، ب ر هـ ك فتقع نقطة ك على القطر ب ح ك

بتطبيق نظرية (١٠) على القطاع حـ د ك هـ نجد

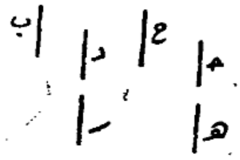
جيب قوس حـ ر / جيب قوس ر د = جيب قوس حـ هـ / جيب قوس هـ ا × جيب قوس ك ا / جيب قوس ك د

لكن ك ا = ١٨٠ − ا ب ، ك د = ١٨٠ − ب د

∴ جيب قوس ك ا / جيب قوس ك د = جيب قوس ا ب / جيب قوس ب د

بالتعويض ينتج أن جيب قوس حـ هـ / جيب قوس هـ ا = جيب قوس حـ ر / جيب قوس ر د × جيب قوس ب د / جيب قوس ا ب وهو المطلوب

إن وقع بحيث يكون موازيا لخط ب ح فإنا نقدم لبيانه مقدمة وهى (١) أنه إذا كانت (٢) نسبة أ : ب كنسبة جـ : د وكانت نسبة هـ : ر نسبة المثل فإن نسبة أ : ب مؤلفة من نسبة جـ : د ونسبة هـ : ر وليكن ح (٣) مثل ب فتكون نسبة أ : ح (٤)،



شكل (٢٠)

جـ : د واحدة ونسبة ح : ب (٥) هي نسبة هـ : ر ولأن نسبة أ: ب مؤلفة من نسبة أ : ح ، ح: ب فهى (٦) مؤلفة من نسبة جـ : د ، هـ : ر فبين أن نسبة أ : ب هى مؤلفة من نسبتها ومن نسبة المثل وكل (٧) نسبة فهى مؤلفة من نسبة مثلها مع نسبة المثل (٨) (**). «كحـ» وإذ قد (٩) تبين هذا فنقول ليكن وتر أ د موازيا ا : ب ح ونتمم نصف دائرة ب أ عند طرف القطر لا محالة وهو ط ونخرج وترى

---

(١) سا ، د : وهو

(٢) سا ، د : كان

(٣) ف ، سا ، د : –

(٤) سا ، د : [أ : حـ]

(٥) ف ، د : [حـ : ب] وفى سا : [حـ : ر]

(٦) ب : وهى

(٧) د : فكل

(٨) سا : الميل والله أعلم – وفى هـ : الميل

(**) مقدمة الحالة الثالثة من نظرية (١٠) :

إذا كانت $\frac{أ}{ب} = \frac{حـ}{د}$ ، $\frac{هـ}{ر} = ١$ فإن $\frac{أ}{ب} = \frac{حـ}{د} \times \frac{هـ}{ر}$

البرهان : نفرض أن ب = ح (شكل ٢٠)

$\therefore \frac{أ}{ح} = \frac{حـ}{د}$ ، $\frac{ح}{ب} = ١ = \frac{هـ}{ر}$

$\therefore \frac{أ}{ب} = \frac{أ}{ح} \times \frac{ح}{ب} = \frac{حـ}{د} \times \frac{هـ}{ر}$ وهو المطلوب

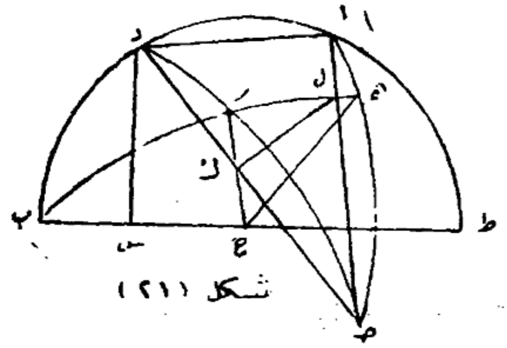
(٩) ب ، د : غير موجود

أ جـ ، د جـ ونخرج من د عمود د س (١) ونطلب المركز وهو ح ونصل (٢) هـ ح فيقطع (٣) وتر أ حـ (٤) على ل و : ح ر (٥) يقطع وتر (٦) د حـ على ك ونصل ل ك (٧) ولأن قطار ب ط وقوس هـ ر ب وخط ح هـ (٨) ونقطة ل فى سطح واحد فيمكن أن نخرج فى سطح هـ ر ب ح (٩) من نقطة ل خطا (١٠) موازيا (١١) للقطر أعنى لخط أ د ولا شك أنه يمكن فى سطح أ د حـ أن نخرج أيضا من نقطة ل خطا (١٢) موازيا (١٣) لخط أ د فأقول إنه خط ل ك وإلا فليكن الموازى الخارج(١٤) من ل غيره أما فى سطح(١٥) هـ ر ب فخط ل م إن أمكن وأما فى سطح أ د حـ (١٦) فخط ل ن (١٧) إن أمكن فكل واحد من خطى ل م ، ل ن مواز لخط د أ فهما متوازيان وقد التقيا عند ل (١٨) فهما متوازيان ملتقيان هذا خلف فليس إذن ل : د أ مواز (١٩) إلا ل ك فقد خرج من الساقين فى مثلث أ د جـ خط مواز (٢٠) للقاعدة فنسبة جـ ل (٢١) إلى ل أ مثل نسبة جـ ك إلى ك د (٢٢) فنسبة جيب جـ هـ

---

(١) د : س
(٢) ف ، سا ، د : فتصل
(٣) ف : يقطع
(٤) ف : ا ع
(٥) [فيقطع وتر ا حـ على ل و : ع ر] : غير موجود فى سا ، د
(٦) سا : غير موجود
(٧) د : ر ك
(٨) سا ، د : حـ هـ
(٩) د : هـ ر ب حـ
(١٠) سا ، د : غير موجود
(١١) سا : موازى - وفى د : مواز
(١٢) سا ، د : غير موجود
(١٣) ف : خط مواز - وفى سا ، د : مواز
(١٤) سا : غير موجود
(١٥) د : غير موجود
(١٦) سا : ا د
(١٧) د : ل ر
(١٨) ف ، سا : ك
(١٩) سا : موازى
(٢٠) سا : موازى
(٢١) د : ع ل
(٢٢) سا : ك ر

إلى جيب هـ أ مثل نسبة جيب جـ ر إلى جيب ر د فانضف إلى هذه النسبة نسبة المثل (١) وهي نسبة جيب ب د إلى جيب (٢) ب أ وذلك (٣) لأن أ د مواز (٤) ا : ح ب



شكل (٢١)

و : ط أ (٥) مثل ب د و : د ط (٦) مثل أ ب (٧) فجيب د ط وهو د س وهو جيب ب د مثل جيب ب أ فنسبة جيب ب د إلى جيب ب أ هي (٨) نسبة المثل فيؤلفها إلى نسبة جيب جـ ر (٩) إلى جيب ر د التي هي مثل نسبة جيب جـ هـ إلى جيب هـ أ فتكون نسبة جيب (١٠) جـ هـ إلى جيب هـ أ (١١) مؤلفة من نسبة جيب جـ ر إلى جيب (١٢) ر د ومن نسبة جيب ب د إلى جيب ب أ وذلك ما أردنا أن نبين (١٣) (*) «كد»

---

(١) د : الميل

(٢) د : غير موجود

(٣) ف : و د ن – وف سا ، د : [و : د ب]

(٤) سا : موازى

(٥) ف ، سا ، د : [ف : ط ا]

(٦) سا : ب د هـ ، د ط

(٧) سا : ا ر

(٨) ب ، سا ، د : هو

(٩) سا : جـ ر

(١٠) سا : غير موجود

(١١) [فتكون نسبة جيب جـ هـ إلى جيب هـ ا] : غير موجود في د

(١٢) ف : في الهامش

(١٣) ب : بعد ذلك توجد في المخطوط مساحة مكتوب فيها تعليق في سطور عمودية على السطور الأصلية للمخطوط وهذا هو نصها [إبن سينا في الموضع الثالث من أوضاع القطاع الكرى عن جهة تفصيل النسبة من مواز أو خط ل ك لكل واحد من خطى ط ب ، ا د أن يبرهنه بالخلف لم يسلك في ذلك طريق إستعمال القياس الخلق إذ قياس الخلف مؤلف من نقيض مشكوك في صدقها مع أخرى صادقة وإنتاج المحال عنه فيعلم أن المحال إنما لزم من نقيض المشكوك فيها لا من الصادقة فيلزم صدق المشكوك فيها وهو فعل منه إلى نقيض القضية المشكوك في صدقها وهو كون خط ل ك غير مواز لكل واحد من

ونقول أيضا إنه قد تبين أن نسبة المركب من المفصل (١) والمفصل (٢) من المركب مثل أن نسبة جيب جـ أ إلى جيب هـ أ مؤلفة من نسبة جيب جـ د إلى جيب ر د (٣)

اد ، طب قضية كاذبة وهى قوله ممكن أن يخرج فى سطح هـ ر ب ح من نقطة ل خطا موازيا لخط طب ولا شك أنه يمكن فى سطح ادحـ أن يخرج من نقطة ل خطا موازيا لخط اد وهذا غير ممكن ومحال لأن خط ا د فرض موازيا لخط طب فباخراجنا من نقطة ل خطا موازيا لأحدهما يلزم أن يوازى الآخر لأن الخطوط الموازية لخط واحد وليست جميعا فى سطح واحد وهى متوازية كما فى شكل ط من مقالة يا من كتاب الأصول فإن رمنا أن نخرج من تلك النقطة خطا ثانيا موازيا لأيهما كان فقد أخرجنا من نقطة واحدة خطين يوازيان خطا وهذا غير ممكن ومحال وهو أنتج المحال من استعماله غير المحال وتسلمه مالا[يمكن فى الأصول الهندسية والبرهان على ذلك أنه إن لم يكن ل ك موازيا لـ : طب وهو معه فى سطح واحد فهو يلقاه و : طب مواز ل : اد ف : ل ك غير مواز ا : أد وهو معه أيضا فى سطح واحد فهو يلقاه أيضا وإذا لقى ل ك خطى طب ، اد المتوازيين كان معهما فى سطحهما كما تبين فى شكل د من مقالة يا من الأصول وليس هو معهما فى سطحهما فإذن هذا خلف وليس ل ك غير مواز لـ : طب ف : ل ك إذن مواز ل : طب ف : طب مواز ل : أ د ف : ل ك مواز لكل واحد من خطى ط ب ، اد كما تبين فى شكل ط من مقالة يامن الأصول]

(هـ) نظرية (١٠) الحالة الثالثة إذا توازى أ د ، ب ع .

البرهان : نتمم نصف الدائرة ب د أ ط (شكل ٢١) فيكون ب ط هو القطر ونصل الوترين أ جـ ، د جـ ومن نقطة د نسقط العمود د س على القطر ونصل ع هـ فيقطع أ جـ فى ل ونصل ع ر فيقطع د جـ فى ك ثم نصل ل ك

∴ السطح ب هـ ع يحتوى على نقطة ل وعلى القطر ب ط إذن يمكننا أن نرسم فى هذا السطح من نقطة ل خطا موازيا للقطر أى موازيا للخط أ د

ومن ناحية أخرى حيث أن أ د يقع فى المستوى هـ أ د ونقطة ل تقع على الخط أ جـ أى فى نفس المستوى إذن يمكن رسم خط من نقطة ل فى هذا المستوى موازيا للخط أ د

∴ فالخطان المرسومان من ل ينطبقان وهما خط ل ك

فى المثلث أ د جـ : ل ك يوازى أ د

$$\therefore \frac{\text{جـ ل}}{\text{ل أ}} = \frac{\text{جـ ك}}{\text{ك د}} \qquad \therefore \frac{\text{جيب قوس جـ هـ}}{\text{جيب قوس هـ أ}} = \frac{\text{جيب قوس جـ ر}}{\text{جيب قوس ر د}}$$

لكن أ د يوازى ب ع ∴ العمودان الساقطان عليه من أ ، د متساويان

لكن العمود الساقط عليه من نقطة أ هو جيب قوس أ ب والعمود الساقط عليه من نقطة د هو جيب قوس د ب

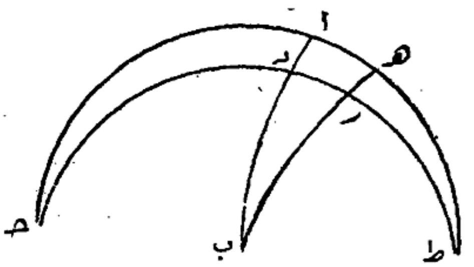
$$\therefore \frac{\text{جيب قوس ب د}}{\text{جيب قوس ب أ}} = 1$$

$$\therefore \frac{\text{جيب قوس جـ هـ}}{\text{جيب قوس هـ أ}} = \frac{\text{جيب قوس جـ ر}}{\text{جيب قوس ر د}} \times \frac{\text{جيب قوس ب د}}{\text{جيب قوس ب أ}}$$ وهو المطلوب

(١) ف ، سا ، د : المفصلة

(٢) ف ، سا ، د : والمفصلة (٣) ف : ر جـ

ومن (١) نسبة جيب ب ر إلى جيب ب هـ (٢) ولنتمم نصفي دائرتي جـ أ ، جـ د ويلتقيان على ط لكنه (٣) قد تبين لنا أن نسبة جيب قوس ط أ أعني جـ أ الأول



شكل (٢٢)

إلى جيب قوس أ هـ الثاني (٤) مؤلفة من نسبة جيب ط د أعني جـ د الثالث إلى جيب ر د وجيب ب ر إلى جيب ب هـ (٥) وأنت تعلم أن جيب ط أ ، أ جـ واحد وجيب ط د ، د جـ واحد بما قلنا مرارا وذلك ما أردنا أن نبين(**). «كه» ولنجعل هذا أصلا لما نريد أن نتبينه (٦) من أمور القسي ولنتعرف الطريقة في استخراج

---

(١) سا ، د : و

(٢) سا : ر هـ

(٣) سا : لكن

(٤) سا ، د : غير موجود

(٥) سا ، د : ر هـ

(**) نظرية (١١) : في الشكل القطاع الكرى (شكل ٢٢) .

$$\frac{\text{حا حـ أ}}{\text{جا هـ أ}} = \frac{\text{حا حـ د}}{\text{حا ر د}} \times \frac{\text{حا ب ر}}{\text{حا ب هـ}}$$

البرهان : نكمل نصفي دائرتي حـ أ ط ، حـ د ط

في الشكل القطاع ط هـ ب د :

$$\frac{\text{جا ط أ}}{\text{جا أ هـ}} = \frac{\text{حا ط د}}{\text{حا ر د}} \times \frac{\text{حا ب ر}}{\text{حا ب هـ}} \quad \text{(نظرية ١٠)}$$

لكن حا ط أ = جا حـ أ ، جا ط د = جا حـ د (لأن ط أ = ١٨٠ − حـ أ ، ط د = ١٨٠ − حـ د)

$$\therefore \frac{\text{حا حـ أ}}{\text{حا هـ أ}} = \frac{\text{حا حـ د}}{\text{حا ر د}} \times \frac{\text{حا ب ر}}{\text{حا ب هـ}}$$ وهو المطلوب

(٦) سا ، د : نبينه .

ميل درجة درجة وهو نسبة القوس التي تفرزها (١) الدرجة ومعدل النهار من الدائرة المارة بقطبي (٢) معدل النهار والدرجة فلتكن الدائرة المارة بالأقطاب الأربعة دائرة أ ب ﺟ د ، أ ﻫ ﺟ (٣) نصف دائرة معدل النهار و : د ﻫ ب (٤) نصف دائرة البروج و : ﻫ النقطة الربيعية فتكون ب (٥) الشتوية (٦) و : د (٧) الصيفية وليكن ﻫ ح ، جزءاً أو أجزاء معلومة مثلا برجا واحدا ثلاثين جزءا و : ر قطب معدل النهار ونجيز قوس ر ح ط فيكون ح ط ميل (٨) ح ﻫ (٩) فلنتعرف قدره فلأن قوسي أ ب ر ، أ ط ﻫ وقع بينهما قوسا ر ح ط ، ﻫ ح ب (١٠) متقاطعتان (١١) على ح (١٢) فنسبة جيب ر أ (١٣) إلى جيب ب أ مؤلفة من نسبة جيب ر ط (١٤) إلى جيب ط ح (١٥) وجيب ﻫ ح (١٦) إلى جيب ب ﻫ (١٧) ولكن جيب أ ر (١٨) الربع (١٩) الأول معلوم وهو جيب تسعين وجيب ب أ معلوم وهو جيب الميل كله وإنما يمكنك أن تعلم الجيب لأنك علمت (٢٠) الأوتار فإذا (٢١) أخذت

---

(١) ف : تقررها – وفي سا : بقربها

(٢) سا : نقطتي

(٣) سا : [و : ا ﻫ]

(٤) سا : [و : د ب]

(٥) ب : غير موجود

(٦) ب : الشتوية د

(٧) ب : ب

(٨) ف ، سا : مثل

(٩) ف ، سا ، د : ﺣ ﻫ

(١٠) سا : ﻫ ع ر

(١١) ب ، سا ، د : متقاطعتين .

(١٢) د : ﺣ

(١٣) سا ، د : ر ب

(١٤) سا : ب ط

(١٥) د : ﻫ ط

(١٦) ﻫ : ﻫ ط

(١٧) سا ، د : ﻫ ر

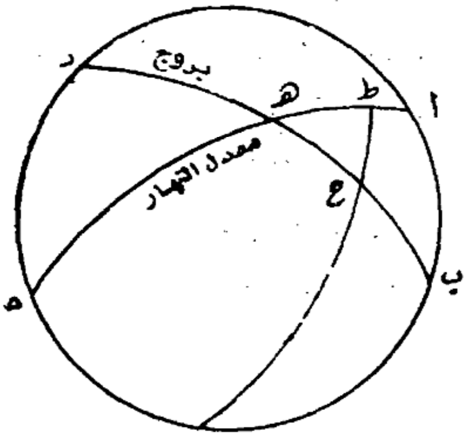
(١٨) سا ، د : و ب

(١٩) د : غير موجود

(٢٠) ب ، سا ، د : قد علمت

(٢١) سا : وإذا .

أى القوسين شئت وما جرى (١) مجراه وضعفته وأخذت وتر ضعفه إما بالأصول التى عرفتها وإما من الجدول ثم نصفته كان جيب القوس] (٢) فإذا ألقينا (٣) من نسبتها نسبة جيب ه ح إلى جيب (٤) ه ب المعلومين (٥) وهو نسبة جيب ثلاثين جزءا (٦) إلى جيب ربع الدائرة وذلك معلوم يبقى الباقى نسبة جيب رط إلى



شكل (٢٣)

جيب ط ح لكن نسبة الباقى معلومة لأن كل نسبة معلومة تطرح (٧) من (٨) نسبة معلومة فإن الباقى (٩) يبقى نسبة معلومة (١٠) وجيب رط معلوم (١١) فجيب

---

(١) سا : وما يجرى

(٢) [وإنما يمكنك أن تعلم الجيب لأنك (قد) علمت الأوتار فإذا أخذت أى القوسين شئت وماجرى مجراه وضعفته وأخذت وتر ضعفه إما بالأصول التى عرفتها وإما من الجدول ثم نصفته كان جيب القوس] : فى هامش ب ، ف

(٣) [فإذا ألقينا] : غير موجود فى سا ، د

(٤) سا ، د : غيرموجود

(٥) ب : المعلومتين

(٦) ف : جزء

(٧) ف ، سا ، د : تنقص

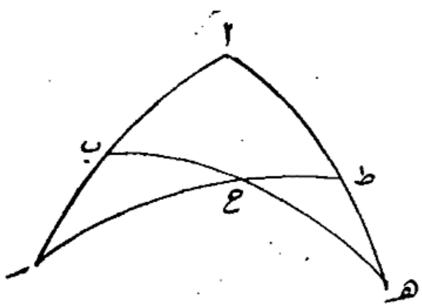
(٨) ف ، سا ، د : عنها

(٩) ف : البا

(١٠) (تطرح من نسبة معلومة فإن الباقى يبقى نسبة معلومة) : فى هامش ب - وفى هامش ف : [تنقص عنها نسبة معلومة فإن البا يبقى نسبة معلومة]

(١١) سا ، د : معلومة

ط ح معلوم (١) ف : ط ح (٢) معلوم (*) والوجه السهل فى إلقاء (٣) النسبة من النسبة أن يطلب لأكبر (٤) عددى النسبة أو أقلهما ماتكون نسبته إليه (٥) كإحدى



شكل (٢٤)

النسبتين اللتين منهما ألفت (٦) فنجد إذن (٧) عددا ثالثا ثم ننظر ما نسبة ذلك العدد الثالث إلى العدد الثانى (٨) من العددين الأولين الذى لم يزد (٩) عليه ولم

---

(١) سا : معلومة

(٢) سا : [و : ط ع]

(*) استخراج ميل درجات البروج : Declination of Ecliptic Points

نفرض ا هـ ـ معدل النهار Equator (شكل ٢٣) ، د هـ ب دائرة البروج Ecliptic فإذ كانت ع نقطة على دائرة البروج فالمطلوب تعيين مقدار ميلها عن معدل النهار

الطريقة : نفرض أن ر قطب معدل النهار و نصل القوس ر ع ليقابل معدل النهار فى نقطة ط فيكون ط ح هو الميل المطلوب

الأقواس الأربعة العظمى ا هـ ، ا ر ، هـ ب ، ر ط تكون شكلا قطاعا كرويا (شكل ٢٤)

$$\therefore \frac{\text{حا ر ا}}{\text{حا ب ا}} = \frac{\text{حا ر ط}}{\text{حا ط ع}} \times \frac{\text{حا هـ ع}}{\text{حا ب هـ}} \qquad (\text{نظرية ١١})$$

لكن ر ا = ٩٠° ، ب ا = الميل كله = الزاوية بين معدل النهار والبروج Obliquity of Ecliptic هـ ع = طول الدرجة ع Longitude ، ب هـ = ٩٠ ، ر ط = ٩٠

∴ يمكن معرفة ط ع وهو المطلوب

(٣) سا ، د : طرح

(٤) سا ، د : لأكثر

(٥) ف : مشطوب – وفى سا ، د : غير موجود

(٦) سا : اللفت

(٧) سا ، د : فيحددان

(٨) سا : التالى

(٩) سا : تزد

ينقص (١) منه ولا نسبت (٢) إليه بل إلى (٣) الآخر فما كانت نسبتها فنسبة المجهولين نسبة (٤) ذلك . وقد خرج لنا ح ط بهذا الطالب (يا م) (٥) وخرج (٦) لبرجين (٧) (ك لط)(٨) وقد حسب بطليموس على هذا الأصل لدرجة درجة ثم رسم جداول وأثبت فيها ميل درجة درجة (٩) واحدة (١٠) في (١١) صفين طولا يبين (١٢) كل واحد منها مقسوم في الطول (مه) (١٣) قسمة ليستغرق ربع الدائرة وأضاف إلى كل صف في العرض أربعة صفوف صف (١٤) فيه عدد الأجزاء وصف فيه ما يخصها من الدرج وصف من الدقائق وصف من الثواني فكان ذلك اوحان (١٥)

فصــل (١٦)

في المطالع حيث الكرة منتصبة

فلما (١٧) فرغ بطليموس (١٨) من أمر (١٩) أجزاء (٢٠) الميل انتقل إلى

---

(١) سا : تزد (٢) سا : نسب
(٣) سا : بين السطرين
(٤) ف : مشطوبة – وفي سا ، د : غير موجودة
(٥) يا م = ٤٠ ١١ وهو ميل ح إذا كان طولها ٣٠ أى كان ﻫ ح . (شكل ٢٣) يمثل برجا كاملا
(٦) د : خرج له (٧) ف : لإبرخس
(٨) ك لط = ٣٩ ٢٠ وهو ميل نقطة ج إذا كان طولها ٦٠ أى إذا كان طولها يمثل برجين كاملين – وفي سا ، د : ك ل ط
(٩) (ثم رسم جداول وأثبت فيها ميل درجة) : غير موجود في سا ، د
(١٠) ب ، د : غير موجود
(١١) د : على
(١٢) ف : بين
(١٣) مه = ٤٥ – وفي سا ، د : مرة
(١٤) سا ، د : غير موجود
(١٥) ب : غير اضح – وفي ف : أو حين – وفي سا : لوحين
(١٦) سا ، د : غير موجود
(١٧) ب : ولما
(١٨) سا ، د : غير موجود
(١٩) سا ، د : أخذ
(٢٠) د : حتى

تعرف المطالع فى الكرة المنتصبة والكرة إنما تكون منتصبة حيث (١) يكون قطباها على الأفق ومنطقتها على سمت الرؤوس(٢) لا يميل (٣) وإنما تكون كرة (٤) الحركة الأولى منتصبة على خط الاستواء من الأرض حيث يكون قطبا معدل النهار على أفقه والمطالع هى أجزاء من معدل النهار (٥) تطلع مع أجزاء البروج وحيث الكرة منتصبة فإن درج مطالع البروج (٦) ودرج جواز (٧) دائرة نصف النهار متساوية لا اختلاف فيها لأن الحركة على قطبي المعدل فحيث (٨) القطبان على الأفق فسمت الرأس حيث تقاطع معدل النهار ودائرة (٩) نصف النهار وأما حيث الكرة مائلة فيختلف ذلك لأن الحركة ليست على قطبي سمت الرأس ولما كانت حركة الكل على قطبي معدل النهار فحركات أجزائه فى الأزمنة السواء سواء فيجب أن يكون التقدير لسائر الحركات بأزمانها ولما جعلت الدورة الواحدة منه يوما بليلته فإذا علمت الدرج (١٠) التى تطلع وتغرب من المعدل مع (١١) المائل (١٢) عرفت (١٣) أن كل جزء وكل أجزاء من البروج فى كم زمان تطلع إذ الزمان مقدر باليوم والليلة وبأجزائها فليكن الآن الشكل المرسوم يميل (١٤) على هيئته فمن البين أن الذى يجب أن يؤخذ من (١٥) أجزاء معدل النهار مع (١٦) أجزاء المائل (١٧) ما لو توهمت الأجزاء التى يجوزها قطع الأفق للبروج أو (١٨) قطع دائرة تخرج فى هذا الأقليم من قطب المعدل

---

(١) سا : غير موجود (٢) ب : الرأس

(٣) سا : لا تميل

(٤) سا : غير موجود

(٥) (على أفقه والمطالع هى أجزاء من معدل النهار) فى هامش ب ، ف

(٦) ب ، ف ، د : الطلوع

(٧) سا : حوار

(٨) سا ، د : بحيث

(٩) ف ، د : دائرة

(١٠) د : الدرجة

(١١) سا : من

(١٢) ف ، د : الميل

(١٣) ب ، د : عرف

(١٤) ف ، د : الميل – وفى سا : الميل

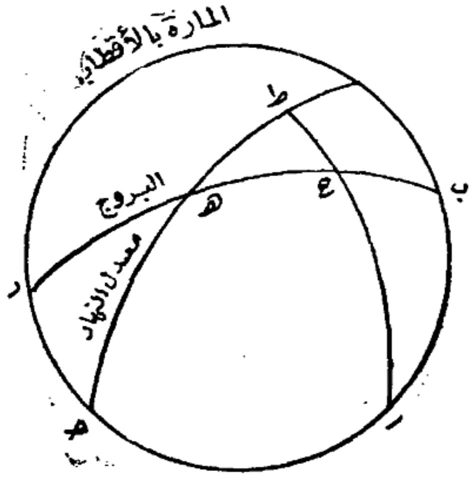
(١٥) سا : ف

(١٦) د : ومع

(١٧) ف ، سا ، د : الميل

(١٨) سا ، د : و

وتمر بالمدرجة الطالعة إلى معدل النهار فيكون(١) ما بينهما هو المطالع(٢) كأنك لو توهمت حركة كرة (٣) معدل النهار ساكنة وتحرك عليها دائرة الأفق إلى أن تصير نصف(٤) النهار وتصير دائرة الأفق ثانيا (٥) أقررت في اتصال حركتها ما بين موضعها من المشرق وموضعها من المغرب (٦) طالعا ذلك القدر وهذا (٧) الذى توهمناه متحركا (٨) هو القوس الخارج (٩) من قطب معدل النهار إلى الدرجة لا محالة ثم إلى المعدل (١٠) فإنه هو الذى يكون إذا تحرك خط نصف النهار وسائر الخطوط التى ترسم بهذه الحركة الموهومة كلها واحدة بالقوة فى خط الاستواء ومختلفة بالإضافة فيجب (١١) إذن (١٢) أن يكون مطلوبنا فى هذا الشكل هو خط هـ ط فلأن (١٣)



شكل (٢٥)

نسبة جيب ر ب إلى جيب ب أ مؤلفة من نسبة جيب (١٤) ر ح إلى جيب ح ط

---

(١) ب : فى الهامش (٢) سا ، د : الطالع
(٣) ف : مشطوبة ومكتوبة بين السطرين قبل كلمة [حركة] — وفى د : [كرة حركة] بدلا من [حركة كرة]
(٤) سا ، د : دائرة نصف (٥) ب ، ف : غير واضح
(٦) [من المغرب] : غير موجود فى ب ، سا ، د
(٧) سا : وهو (٨) د : محركا
(٩) ف : الخارجة
(١٠) د : معدل — وفى ب : معدل النهار
(١١) سا : ويجب
(١٢) سا : أيضا
(١٣) ب : ولأن
(١٤) ف : فى الهامش

المعلومين لأن ح ط كان علم ، ز ط ربع ف : ز ح معلوم فجيباهما معلومان ومن نسبة جيب هـ ط المجهول إلى جيب هـ أ وهو معلوم فجيب هـ ط معلوم(*) وقد خرج بالحساب (كر ن) (١) والبرجين (٢) (نز مد) (٣) وبقى(٤) باقى الربع للبرج (٥) الثالث وهو (لب يو) (٦) وقد رسم فى الجدول لعشر أجزاء عشرة أجزاء (٧) على الترتيب من الحمل .

وتمت المقالة الأولى من المجسطى والحمد لله حمد الشاكرين (٨) .

(*) تعيين مطالع البروج Right ascension of ecliptic points

نفرض أ هـ حـ معدل النهار ، د هـ ب دائرة البروج (شكل ٢٥) فإذا كانت نقطة ع إحدى نقط البروج فالمطلوب تعيين مطلعها

الطريقة : نفرض ز قطب معدل النهار ونصل القوس ز ع ليلاق معدل النهار فى نقطة ط فيكون هـ ط هو المطلع المطلوب إيجاده

فى الشكل القطاع الكرى أ ز ع هـ :

$$\frac{\text{حا ز ب}}{\text{حا ب أ}} = \frac{\text{حا ز ع}}{\text{حا ع ط}} \times \frac{\text{حا هـ ط}}{\text{جا هـ أ}} \qquad (\text{نظرية ١٠})$$

لكن ز ب = ٩٠ − الميل كله ، ب أ = الميل كله ، ز ع = ٩٠ − ميل النقطة ع ،

ع ط = ميل النقطة ع وقد عرفناه مما سبق ، هـ أ = ٩٠

∴ يمكن تعيين هـ ط وهو المطلوب

(١) كر ن = ٢٧° ٥٠′ وهو مطلع برج واحد – وفى د : كط ن – وفى سا : لى ط ر – وفى ف : كر ب وفى الهامش لى ط ر

(٢) ف ، سا ، د : وللبرجين

(٣) نزمد = ٥٧° ٤٤′ وهو مطلع برجين – وفى ف : يرمد – وفى سا : طه يرمد – وفى د : ط نزمد

(٤) د : ويبقى

(٥) سا : للبروج

(٦) لب يو = ٣٢° ١٦′ وهو ما بقى للبرج الثالث لأن مطلع برجين ٥٧° ٤٤′ ومطلع ثلاث بروج هو ٩٠° والفرق بينهما ٣٢° ١٦′

(٧) [عشرة أجزاء] : غير موجود فى د

(٨) [وتمت المقالة الأولى من المجسطى والحمد لله حمد الشاكرين] : غير موجود فى ب – وفى سا [تمت المقاله الأولى من المجسطى ولواهب العقل الحمد بلا نهاية سبحانه] – وفى د : [تمت المقالة الأولى من المجسطى والحمد لله رب العالمين]

المقالة الثانية

فى جملة وضع المسكون من الأرض
وذكر أغراض المقالة

المقالة الثانية (١)

فى جملة وضع المسكون من الأرض وذكر أغراض(٢) المقالة (٣)

قال (٤) إن الأرض تنقسم بخط الاستواء بموازاة معدل النهار وخط من الخطوط المارة بقطبى (٥) معدل النهار أرباعا ربعان جنوبيان وربعان شماليان فالمسكون هو الربع (٦) الشمالى (٧) بالتقريب والمسافة الآخذة(٨) من خط الاستواء إلى القطب تسمى عرضا والتى تأخذ من المشرق إلى المغرب تسمى طولا والعلة التى حكمنا بها أن المعمورة هو (٩) الربع الشمالى أما من جهة العرض فلأنا لم نجد شيئا من المساكن تقع (١٠) أظلال مقاييسه إلى الجنوب عند الاستوائين فى أنصاف النهار وأقول عسى أن يكون هو أو غيره وجد ذلك بعد هذا الوقت الذى لم تجده فيه وأما من جهة الطول فلأنا لم نجد الكسوفات القمرية (١١) تتقدم وتتأخر فى جميع المعمورة بأكثر من اثنتى عشرة (١٢) ساعة فهذا هو النظر الكلى وأما النظر الجزئى فهو فى مسكن مسكن (١٣) بحسب عرضه ووقوعه تحت دائرة ما من الموازية لمعدل النهار معلومة (١٤) بارتفاع

---

(١) سا : المقالة الثانية من كتاب المجسطى – وفى د : [المقالة الثانية] غير موجود
(٢) ف : أعراض
(٣) [فى جملة وضع المسكون من الأرض وذكر أغراض المقالة] : غير موجود فى سا ، د
(٤) د : فقال
(٥) سا : نقطتى
(٦) ب ، سا ، د : ربع
(٧) سا ، د : شمال
(٨) د : الآخرة
(٩) [المعمورة هو] : فى هامش سا
(١٠) سا : تقطع
(١١) سا ، د : للقمر
(١٢) ب ، سا : اثنى عشر
(١٣) د : غير موجود
(١٤) د : معلوم .

القطب واستخراج ارتفاع القطب برصد غاية ارتفاع كوكب من الظاهرة أبدا وغاية انحطاطه وتنصف الفضل (١) بينهما وزيادة النصف على غاية الانحطاط أو نقصانه من غاية الارتفاع (٢) أو باستخراج جزء معدل النهار فى الآلة المذكورة ومعرفة ما بينه وبين تسعين (٣) فهو (٤) ميل (٥) ارتفاع القطب وإذا (٦) علم ذلك وأوضحه طلب أمورا خمسة أحوال مسامتة الشمس الرأس مرة أو مرتين أو لامسامتته (٧) البتة وأحوال نسب (٨) الأظلال إلى المقاييس فى أنصاف نهار الانقلابين (٩) والاستوائين وأحوال نسب (١٠) الأيام القصار إلى المعتدلة (١١) وأنواع تفاوتها ثم (١٢) معرفة المطالع ثم لوازم الزاويا الواقعة بين (١٣) القسى من الدوائر العظام ونسبتها فابتدأ ووضع أصلا نتعرف (١٤) به من الميل (١٥) ومن (١٦) مقدار أطول ما يكون النهار فى الأقاليم المائلة عن خط الاستواء فإن خط الاستواء لا تختلف فيه الأيام والليالى بل يتساوى الليل والنهار فيه أبدا .

فصل

فى معرفة سعة المشرق (١٧)

مقادير القسى الواقعة فى دائرة الأفق بين المعدل وبين مشارق الأجزاء وتسمى (١٨)

---

(١) سا : الابل .

(٢) [وزيادة النصف على غاية الانحطاط أو نقصانه من غاية الارتفاع] : غير موجود فى سا ، د

(٣) د : تستعين

(٤) سا : غير موجود .

(٥) ف : مثل

(٦) د : وإذ .

(٧) ب : لامسامتتها .

(٨) د : نسيب .

(٩) سا ، د : المنقلبين .

(١٠) د : نسيب .

(١١) ف ، سا ، د : المعتدل .

(١٢) د: غير موجود .

(١٣) سا : فى .

(١٤) سا : يتعرف .

(١٥) [من الميل] : غير موجود فى سا ، د .

(١٦) سا ، د : من .

(١٧) [فى معرفة سعة المشرق] : فى هامش ف — وفى سا ، د : [فصل فى معرفة سعة المشرق] غير موجود .

(١٨) ف : ويسمى .

قسي سعة المشرق (١)(*) ، ثم (٢) رسم (٣) شكلا على أنه بجزيرة (٤) رودس حيث ارتفاع القطب (لو) (٥) وأطول النهار (يد) (٦) ساعة ونصف وجعل أ ب جـ د دائرة نصف النهار ونصف الأفق ب هـ د (٧) ونصف معدل النهار أ هـ جـ والقطب الجنوبي ر ، ح المنقلب الشتوى ربع ط ح ر الخرج من قطب ر والغرض معرفة (٨) هـ ح وهو سعة المشرق ولأن النور على قطب ر الذى هو لمعدل النهار فـ : ط ، ح يصيران على دائرة أ ب التى هى (٩) لنصف النهار فى زمان يحده ط أ من معدل النهار لا محالة وإذا ابتدأت من وسط السماء تحت الأرض فوافت درجة (١٠) المشرق حد زمانها قوس مساوية لـ : ط حـ لا محالة ولهذا فزمان النهار ضعف زمان ط أ وزمان الليل ضعف زمان ط حـ (١١) لأن دائرة نصف النهار تقطع القسى العالية والسافلة كلها بنصفين وقوس (١٢) هـ ط (١٣) وهو نصف الاختلاف بينهما معلومة (١٤) وتكون هاهنا ساعة استوائية وربعا فيكون إذن أزمانها (١٥) معلومة لأن الساعات (كد) (١٦) والأجزاء (شس) (١٧) يكون قسط كل ساعة (يه) (١٨)

---

(١) [مقادير القسى الواقعة فى دائرة الأفق وبين المعدل وبين مشارق الأجزاء وتسمى قسى سعة المشرق] : وردت فى ب قبل بداية الفصل .

(*) سعة المشرق هى ٩٠ – Azimuth أو Azimuth – ٩٠ .

(٢) سا : غير موجود .

(٣) ف : فرسم – وفى سا ، د : ورسم .

(٤) د : لجزيرة .

(٥) ٣٦° .

(٦) ١٤ ساعة .

(٧) د : ب هـ و .

(٨) ف : والعرض .

(٩) د : غير موجود .

(١٠) سا ، د : الدرجة .

(١١) د : ط د .

(١٢) سا ، د : فقوس .

(١٣) سا : ط .

(١٤) سا ، د : معلوم .

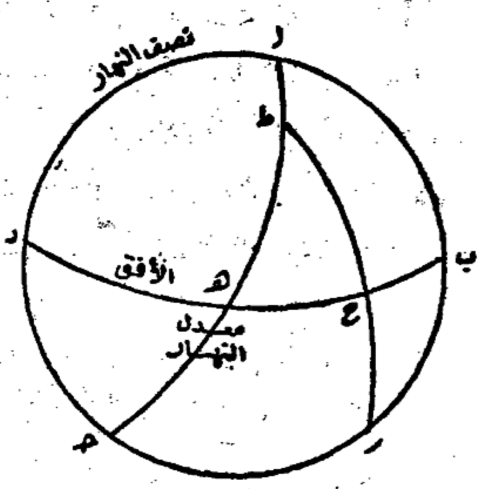
(١٥) سا : زمانها .

(١٦) ٢٤ ساعة .

(١٧) ٣٦٠° .

(١٨) ١٥° .

فيكون ها هنا ثمانية (١) عشرة زمانا (٢) و : (مه) (٣) دقيقة و : ط أ زمان (٤) نصف (٥) النهار معلوم، ونسبة جيب هـ أ إلى جيب ط أ مؤلفة من نسبة جيب



شكل (٢٦)

هـ ب (٦) إلى جيب ح ب ومن نسبة جيب (٧) ر ح إلى جيب ر ط فيعلم ب ح ، ح هـ (٨) (*) ولنتبين (٩) أيضا أنه إذا كان الميل (١٠) وقوس الأفق

---

(١) ف : غير واضح . (٢) سا : جزءا . (٣) ٤٥ دقيقة .

(٤) سا ، د : نصف – وفى ف : مشطوب ومكتوب فى الهامش باعتباره بعد كلمة (نصف).

(٥) سا ، د : زمان . (٦) سا : هـ ر – وفى د : هـ ب جزءا .

(٧) [هـ ب إلى جيب ع ب ومن نسبة جيب] : فى هامش ب .

(٨) سا ، د : حـ هـ .

(*) تعيين سعة المشرق لنقطة معلومة الميل : أخذ بطليموس فى هذا الشأن مكانا معين هو جزيرة رودس ونقطة معينة فى السماء هى التى تحل فيها الشمس عند المنقلب الشتوى . ولكن الطريقة واحدة لتعيين سعة مشرق أى نقطة أخرى على البروج .

فلنفرض ب د الأفق (شكل٢٦) ، أ حـ معدل النهار ونقطة تقاطعهما هـ . ولتكن ح هى النقطة المعلومة الميل واقعة على الأفق والمطلوب إيجاد قيمة هـ ع .

ففرض أن ر القطب الجنوبى ونصل القوس ر ع ليلاق معدل النهار فى نقطة ط فيكون ر ع = ٩٠ – الميل وفى الشكل القطاع أ هـ ع ر :

$$\frac{\text{جا هـ أ}}{\text{حا ط أ}} = \frac{\text{جا هـ ب}}{\text{حا ع ب}} \times \frac{\text{حا ر ع}}{\text{حا ر ط}} \quad (\text{نظرية } 11)$$

لكن هـ أ = ٩٠ ، ط أ = زمان نصف النهار لنقطة ع = نصف الوقت الذى تقضيه ع فوق الأفق ، هـ ب = ٩٠ ، ر ع = ٩٠ – الميل ، ر ط = ٩٠ .

∴ يمكن تعيين ع ب ومن ذلك نجد سعة المشرق ع هـ = ٩٠ – ع ب وهو المطلوب

(٩) سا ، د : ولنبين .

(١٠) ب : مقدار النهار – وفى ف : [مقدار النهار] مشطوب ومكتوب فى الهامش [الميل] .

معلومين (١) لنا أن ارتفاع [القطب وانخفاضه وبالجملة بعده من الأفق يكون (٢) معلوما ولنطلب ب ر من هذه الصورة بعينها لأنها (٣) ما بين (٤) القطب والأفق فلأن نسبة جيب هـ ط إلى جيب ط أ (٥) مؤلفة من نسبة جيب (٦) هـ ح إلى جيب ح ب (٧) ومن نسبة [جيب ر ب (٨) إلى جيب ر أ فيكون (٩) ، جميع (١٠) ذلك خلا (١١) ب ر معلوما (١٢) يبقى ر ب معلوما (*) فإن كان المعلوم قوس ر ب وأردنا معرفة اختلاف ما بين النهار الأطول والأقصر وهو ضعف التفاوت مع النهار المعتدل وذلك هو ضعف (١٣) قوس هـ ط فنعرف (١٤) ذلك لأن نسبة

---

(١) د : معلوما .

(٢) [معلومين لنا أن ارتفاع القطب وانخفاضه وبالجملة بعده من الأفق يكون] : غير موجود في سا.

(٣) سا ، د : لأنه .

(٤) ف ، سا ، د : يماس .

(٥) د : ط ل .

(٦) د : غير موجود .

(٧) سا : حـ ب .

(٨) د : أ ب .

(٩) ف ، سا ، د : ويكون .

(١٠) ف : غير موجود .

(١١) ف : حلا .

(١٢) د : معلوم .

(*) تعيين بعد القطب عن الأفق: إذا عرفنا مقدار النهار وسعة المشرق يمكن إيجاد بعد القطب عن الأفق . نفرض ب د الأفق ، أ حـ معدل النهار (شكل ٢٦) ولتكن ع نقطة على الأفق معلوم سعة مشرقها هـ ع حيث هـ نقطة تقاطع ب د مع أ حـ . ولنفرض أن ر القطب ونصل القوس ر ع ليقطع معدل النهار في نقطة ط فيكون أ ط نصف مقدار النهار والمطلوب إيجاد ب ر بعد القطب عن الأفق .

في الشكل القطاع أ هـ حـ ر :

$$\frac{\text{جا هـ ط}}{\text{جا ط أ}} = \frac{\text{جا هـ ع}}{\text{جا ع ب}} \times \frac{\text{جا ر ب}}{\text{جا ر أ}} \quad (\text{نظرية ١٠})$$

لكن هـ ط = ٩٠ – ط أ = ٩٠ – نصف مقدار النهار ، ط أ = نصف مقدار النهار ، هـ ع = سعة المشرق ، ع ب = ٩٠ – هـ ع ، ر أ = ٩٠ .

∴ يمكن تعيين ر ب وهو المطلوب .

(١٣) د : ضعيف – وفي سا : غير موجود .

(١٤) سا : فيعرف .

جيب قوس ر ب إلى جيب قوس ب أ مؤلفة من نسبة جيب ر ح (١) إلى جيب ح ط ومن نسبة(٢) جيب(٣) ط ه إلى جيب ه أ(٤) فيصير ضعف جيب ه ط معلوما على ما علم ** وأيضا قوس ه ح يمكن أن يعلم من قوس بعد القطب إذا (٥) كان سائر ذلك معلوما لأن نسبة جيب ر أ إلى جيب أ ب مؤلفة من نسبة (٦) جيب ر ط وهو تسعون (٧) إلى جيب ط ح الميل ومن نسبة جيب(٨) ه ح إلى جيب ه ب المعلومة*** وسواء كان المعلوم ميلا جنوبيا أو شماليا أو كان(٩) الميل أو ميل درجة فالأمور (١٠) بحالها . قال ومن هذه الأشياء يتبين أن الأجزاء المتساوية البعد من الانقلابين

---

(١) سا : غير واضح .

(٢) [ومن نسبة] : غير موجود في سا ، د .

(٣) سا ، د : وجيب . (٤) سا : غير موجود .

(**) تعيين الفرق بين أطول وأقصر نهار :

من المعلوم أن الفرق بين النهار المعتدل (١٢ ساعة) وبين أطول نهار = الفرق بينه وبين أقصر نهار .

∴ الفرق بين أطول وأقصر نهار = ضعف الفرق بين النهار المعتدل وبين أقصر نهار .

في شكل (٢٦) القوس ه ا يمثل النهار المعتدل ، والقوس ط ا يمثل أقصر نهار إذا كانت ح هي المنقلب الشتوى .

∴ الفرق بين أطول وأقصر نهار = ضعف (ه ا – ط ا) = ٢ ه ط .

في الشكل القطاع ا ه ح ر : $\frac{\text{حا ر ب}}{\text{حا ب ا}} = \frac{\text{حا ر ع}}{\text{جا ع ط}} \times \frac{\text{حا ط ه}}{\text{حا ه ا}}$ (نظرية ١٠)

حيث ر ب = بعد القطب عن الأفق ، ب ا = ٩٠ – ر ب ، ر ع = ٩٠ – ميل النقطة ع ، ع ط = ميل النقطة ع ، ه ا = ٩٠ .

∴ يمكن معرفة ه ط ومن ذلك نعلم ٢ ه ط وهو المطلوب .

(٥) سا ، د : وإذ . (٦) سا : غير موجود .

(٧) د : تسعين .

(٨) د : غير موجود .

(***) تعيين سعة المشرق إذا عرفنا الميل وبعد القطب عن الأفق .

في الشكل القطاع ا ه ع ر (شكل ٢٦) :

$$\frac{\text{حا ر ا}}{\text{حا ا ب}} = \frac{\text{حا ر ط}}{\text{حا ط ع}} \times \frac{\text{جا ه ع}}{\text{جا ه ب}} \quad (\text{نظرية ١١})$$

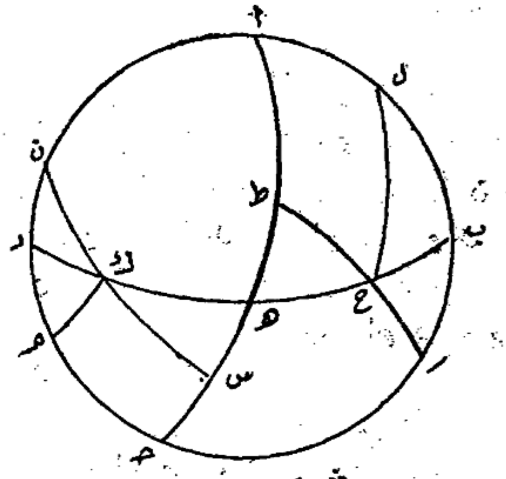
لكن ر ا = ٩٠ ، ا ب = ٩٠ – بعد القطب عن الأفق ، ر ط = ٩٠ ، ط ع = ميل نقطة ع ، ه ب = ٩٠ .

∴ يمكن معرفة ه ع سعة المشرق وهو المطلوب .

(٩) ب ، ف : غير واضح – وفي ب ، د : وكل.

(١٠) ب : والأمور

ميلها واحد وقوس أفقها واحد (١) ونهارها واحد ومطالعها واحدة وأن الأجزاء التي تأخذ من النقطة الاستوائية تبادل أحوالها أحوال الأجزاء التي تأخذ من النقطة الأخرى فيكون ما نقص هذا في الأيام والليالي يزيد (٢) ذلك وبالعكس فليكن (٣) في هذه الصورة بعينها نقطة ك يرسمها بالقطع دائرة موازية لمعدل النهار وليكن ك م قطعة منها و: ح ل (٤) قطعة من أخرى في بعدها على المبادلة وبين أنها متساويتان (٥) وليكن القطب الشمالي نقطة ن (٦) فإذا أجزنا (٧) على ن ك قوس ن ك س يقطع معدل النهار على س (٨) كان جـ س مثل ط أ لأن جـ س شبيهة ك م لأنها محوزتان بين قوسين (٩) خارجتين من قطب معدل النهار و: ط أ (١٠) شبيهة ح ل (١١)



شكل (٢٧)

(١) سا: واحدة.
(٢) د: زيد.
(٣) ب: وليكن.
(٤) د: [و: و ل].
(٥) ف، د: متساويان.
(٦) ف: غير واضح.
(٧) فد: الجرنا.
(٨) د: غير موجود.
(٩) د: قوس.
(١٠) سا: [ف: ط أ].
(١١) د: بين السطرين (ح ن).

و : ك م ، ح ل متساويتان فالقوسان اللتان تشبهانها من دائرة واحدة متشابهتان متساويتان فلذلك (١) تبقى ه س ، ه ط متساويتين (٢) ويكون (٣) لذلك (٤) ضلعا س ه ، ه ك من ذى ثلاثة أضلاع س ه ك (٥) مثل ضلعى ط ه ، ه ح من الآخر كل لنظيره (٦) وزاويتا ط : س قائمتان تكون قاعدة ك س كقاعدة ط ح (٧) (*) ويوضح (٨) هذا إذا رسمت للقسى أوتارا فى المثلثين (٩) فقد بان تساوى المطالع وسعة المشرق والميل فى الجانبين (١٠)

---

(١) د : ولذلك . (٢) د : متساويان .

(٣) فلذلك تبقى ه س ، ه ط متساويتين ويكون] : غير موجود فى سا .

(٤) ف : كذلك – وفى سا : وذلك .

(٥) ف : بين ه ك . (٦) سا ، د : كنظيره .

(٧) ف : ه ح .

(*) خصائص النقط المتساوية البعد عن الانقلابين : والمقصود هنا نقط دائرة البروج .

نفرض ب د الأفق ، ا ج معدل النهار متقاطعان فى نقطة ه (شكل ٢٧) وليكن ك ، ح نقطتان من دائرة البروج متساويتى البعد عن أحد الانقلابين ونفرض القطب الشمالى ق والجنوبى ر ونصل ق ك فيلاقى معدل النهار فى س ونصل ر ح فيلاقيه فى ط فيكون ك س ، ح ط ميلا النقطتين ، س ه ، ط ه مطالعهما ، ك ه ، ح ه سعتى مشرقيهما والمطلوب إثبات أن :

(ا) س ه = ط ه . (ب) ك ه = ح ه .

(ج) ك س = ح ط .

البرهان : من المعروف أن نقطتى البروج المتساويتى البعد عن أحد الانقلابين يكون نهار إحداهما مساويا ليل الأخرى فإذا رسمنا القوسين ك م ، ح ل موازيتين لمعدل النهار كان ك م = ح ل .

∴ القوسان المقابلتان لهما عند معدل النهار متساويتان أى أن س ج = ا ط .

∴ س ه = ط ه وهو المطلوب أولا .

ولم يشرح ابن سينا برهان الجزء الثانى ولكن يمكننا الوصول إلى النتيجة بسهولة

فبما أن ك م = ح ل ∴ ك قˆ م = ح رˆ ل .

وفى المثلثين ق ك د ، ر ح ب : قˆ = رˆ ، دˆ = بˆ = ٩٠ ، ق د = ر ب = بعد القطبين عن الأفق .

∴ ك د = ب ح .

∴ ك ه = ح ه وهو المطلوب ثانيا .

والآن فى المثلثين ه س ك ، ه ح ط : س ه = ط ه ، ك ه = ح ه ، سˆ = طˆ = ٩٠

∴ ك س = ح ط وهو المطلوب ثالثا .

(٨) د : نوضح .

(٩) سا ، د : المثلثين هذا يوجب فى قسى الأوتار (١٠) سا : والله المعين .

فصــل

فى معرفة نسب المقاييس إلى أظلالها فى الاعتدالين والانقلابين (١)

«جـ» لندر (٢) على هـ دائرة أ ب جـ د لنصف النهار وقطر ها أ هـ جـ و : أ سمت الرأس ولنخرج من جـ خطا موازيا للأفق وليكن جـ ن (٣) على أنه مسقط الظل و : هـ جـ هو المقياس ولصغر الأرض بالقياس إلى الفلك لا يبالى (٤) كان المقياس على ظاهر الأرض أو (٥) كان على نفس المركز ثم ليكن نقطة ب النقطة التى ترسمها (٦) النقطة الاعتدالية على دائرة نصف النهار حتى يكون (٧) ب هـ ر (٨) شعاعها و : جـ ر ظلها و : ح للمنقلب الصيفى حتى يكون ح هـ ك (٩) شعاعها (١٠) و : جـ ك ظلها (١١) و : ل للمنقلب الشتوى حتى يكون ل هـ ن (١٢) شعاعه و : جـ ن (١٣) ظله فلأن بعد سمت الرأس من معدل النهار مساو لارتفاع القطب فقوس أ ب مساو لارتفاع القطب (١٤) فهو معلوم فزاوية أ هـ ب معلومة ولأن غاية الميل فى الشمال والجنوب معلوم فقوسا ح ب ، ب ل (١٥) معلومان (١٦) فيصير قوس أ ل وزاويتها

---

(١) [فصل فى معرفة نسب المقاييس إلى أظلا لها فى الاعتدالين والانقلا بين] : غير موجود . فى سا ، هـ .

(٢) سا : ولندر .

(٣) ف : جـ و - وفى سا : جـ ر .

(٤) د : لايبالى .

(٥) ف : ولو .

(٦) سا : نرسمها - وفى د : يرسمها .

(٧) [حتى يكون] : غير موجود فى سا ، د .

(٨) سا ، د : [و : ر هو] .

(٩) ف ، د : ح هو ط - وفى سا : جـ هو ط .

(١٠) د : شعاعه .

(١١) د : ظله .

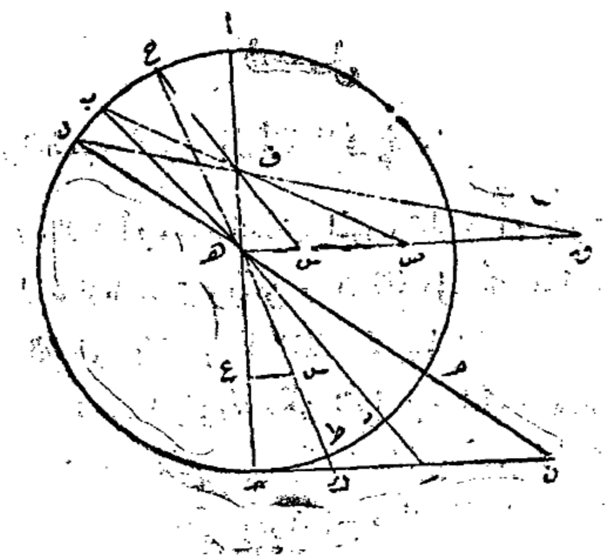
(١٢) ف : ل هو د .

(١٣) ف : [و : جـ د] - وفى سا : [ظلها و : ل للمنقلب الشتوى حتى يكون ل هو ن شعاعه و : جـ ن] غير موجود .

(١٤) [فقوس ا ب مساو لارتفاع القطب] : فى هامش ب ، ف .

(١٥) د : ع ، ب ل .

(١٦) ب ، د : معلومين .



شكل (٢٨)

معلومتين (١) ويبقى (٢) قوس أ ح (٣) وزاويتها معلومتين (٤) وإذا (٥) علمت هذه القسى فقد علمت زواياها عند المركز والزوايا المقاطعة لزواياها وهى زوايا(٦) المثلثات عند المركز وزاوية ـجـ قائمة و : جـ هـ ستين (٧) فقد علم كل مثلث لأن كل مثلث علم زاويتان منه وضلع فقد علم سائره فإن جعل (٨) مكان نقطة جـ نقطة قريبة(٩) من هـ وجعلتهما كأنهما فى المركز وجعلت أيهما شئت مركزا للفلك(١٠) والآخر (١١) طرف مقياس لم يؤثر فى الفلك وكان البيان واحدا فليكن نقطة ع أصلا للمقياس (١٢) و : هـ طرفه و أخرج(١٣) من ع عمود (١٤) ع س عليه(١٥) حتى كان

---

(١) ب : معلومين – وفى سا ، د : [فيصير قوس أ ل وزاويتها معلومتين] غير موجود

(٢) ب : فيبق .

(٣) سا : أ حـ – وفى د : أ ب .

(٤) ب ، سا ، د : معلومين .

(٥) سا : وإذ .

(٦) د : زوايا .

(٧) ف : سبين – وفى سا : سس – وفى م : مش .

(٨) ف ، سا ، د : جعلت

(٩) سا : قريبا – وفى د : قديب

(١٠) ب : مركز الفلك

(١١) ب : والأخرى

(١٢) سا ، د : المقياس

(١٣) ف ، سا ، د : وقد أخرجت

(١٤) سا ، د : خطا عمود

(١٥) ب ، ف : فى الهامش

مسقط الظل عليه (١) فكان موازيا لخط جـ ر وكانت (٢) النسب تلك النسب بعينها وكذلك إن جعلت نقطة هـ أصلا (٣) للمقياس (٤) و : ف (٥) طرفه من ذلك الجانب و : هـ س (٦) عموداً ؛ س ، ص ، ق (٧) أطراف الظل إذ (٨) لا فرق بين الزوايا التى تكون (٩) عنده وعند ف القريبة منه (*) وقد خرج بالحساب خط جـ ك (١٠) وهو الظل الصيفى (يب له) (١١) وخط جـ ر وهو

---

(١) سا ، د : غير موجود
(٢) د : وكان
(٣) سا : أصل
(٤) سا : القياس
(٥) سا : [و : ب]
(٦) د : غير واضح
(٧) سا : [و : ب] – وفى د : [و : ف]
(٨) د : أو
(٩) د : غير موجود

(*) تعيين طول الظل ظهرا فى الاعتدالين والانقلابين : نفرض ا ب حـ د نصف النهار Meridian ، ا سمت الرأس ، ا هـ حـ قطر فى هذه الدائرة حيث هـ المركز (شكل ٢٨) . نرسم من حـ المستقيم حـ ن موازيا للأفق أى مماسا للدائرة فيكون هو اتجاه ظل عصا رأسية

فإذا كانت نقطة ب موقع الشمس عند أحد الاعتدالين ونقطتى ع ، ل موقعها عند الانقلابين ووصلنا ب هـ ، ع هـ ، ل هـ لتقابل حـ ن فى نقط ر ، ك ، ن كان حـ ر ، حـ ك ، حـ ن هى أظلال عصا طولها يساوى هـ حـ فى الاعتدال وفى الانقلابين الصيفى والشتوى على التوالى .

∵ خط عرض معلوم ∴ ارتفاع القطب معلوم

∴ الزاوية بين سمت الرأس ونقطة الاعتدال معلومة أى أن $\hat{}$ ا هـ ب معلومة

وبالمثل زاويتا ا هـ ع ، ا هـ ل معلومتان

لكن ا هـ ب $\hat{}$ = حـ هـ ر ، ا هـ ع $\hat{}$ = حـ هـ ك ، ا هـ ل $\hat{}$ = حـ هـ ن

∴ المثلثات حـ هـ ر ، حـ هـ ك ، حـ هـ ن القائمة الزاوية فى حـ فيها حـ هـ طول المقياس وفيها الزوايا معلومة

ومن ذلك يمكن معرفة أطوال الظلال حـ ر ، حـ ك ، حـ ن وهو المطلوب

ولن تتأثر النتيجة بموضع نقطتى حـ ، هـ مادام حـ هـ رأسيا . فإذا كان هـ ع مثلا هو المقياس نرسم ع س أفقيا فيكون هو اتجاه الظل

وبالمثل يمكن اعتبار هـ ف المقياس ونرسم هـ ن أفقيا فإذا وصلنا ب ف ، ع ف ، ل ف لتقابل هـ ن فى ص ، س ، ن كانت الأظلال هى هـ ص ، هـ س ، هـ ن

(١٠) د : حـ ل

(١١) ف ، د : يب يه – وفى سا : لب يه – الظل الصيفى = ١٢,٥٨٣٢ باعتبار طول العصا = ٦٠

الظل (١) الاستوائى (مح لو) (٢) وخط جن (٣) وهو الظل (٤) الشتوى (قحك) (٥) فقد تبين من هذا أنه إذا كان ارتفاع (٦) القطب والميل معلومين سهل علم نسب الأظلال والمقاييس ويسهل (٧) أن يعلم من هذا أنه إذا كانت (٨) نسبة الأظلال والمقاييس معلومة أن الارتفاع والميل يصيران معلومين (٩) بسبب معرفة القسى من معرفة زوايا المثلث لكن المعتمد فى معرفة الميل الأعظم وارتفاع القطب هو الطريق الأول لأن (١٠) ظل الاستواء (١١) مجهول لاستمرار الأظلال من النقصان إلى الزيادة ومن (١٢) الزيادة إلى النقصان على اتصال من غير أن يكون لوقت الاستواء علامة ظاهرة (١٣) وظل الانقلاب الشتوى وإن كان (١٤) متميزا عن سائر الأظلال (١٥) بكونه أطول الأظلال (١٦) فإنه يكون لطوله منتشرا سخيفا لا يضبط طرفه حقيقة الضبط .

فصل

فى خواص الدوائر الموازية لمعدل النهار (١٧)

ثم إن بطليموس رسم دوائر موازية لمعدل النهار بحسب مرورها على سمت (١٨)

---

(١) سا ، د : غير موجود

(٢) سا : مح كو — وفى د : م ح لو — الظل الاستوائى = ٤٣,٦٠٠

(٣) ف ، سا ، د : حـ يد

(٤) سا ، د : غير موجود

(٥) ف : مح لو — وفى سا ، د : لح لو — الظل الشتوى = ١٠٣,٣٣٣٣

(٦) سا ، د : الارتفاع القطب

(٧) د : وسهل

(٨) د : كان

(٩) [سهل علم نسب الأظلال والمقاييس ويسهل أن يعلم من هذا أنه إن كانت نسبة الأظلال والمقاييس معلومة أن الارتفاع والميل يصيران معلومين] : غير موجود فى سا .

(١٠) سا : ولأن

(١١) سا : الظل الاستوائى

(١٢) سا ، د : و — [النقصان إلى الزيادة ومن] : فى هامش ف

(١٣) سا : طائرة

(١٤) سا : كانت

(١٥) سا : الأظلال

(١٦) [بكونه أطول الأظلال] : غير موجود فى د

(١٧) [فصل فى خواص الدوائر الموازية لمعدل النهار] : غير موجود فى سا ، د

(١٨) سا ، د : سموت

الرؤوس للمساكن التي تحتها وجعل المسافة بينها بمقدار ربع ساعة ربع ساعة (١) فإن الليل والنهار في خط الاستواء دائما متساويان وكلما أمعنا (٢) إلى قطب وقع التفاوت وكلما قربنا (٣) إلى (٤) القطب كان التفاوت أكثر فاختار (٥) أن يجعل مقادير ما يتكلم عليه ربع ساعة ربع ساعة قال أما خط الاستواء فكأنه الحد بين المسكون عندنا وغير المسكون الخالي (٦) الجنوبي (٧) ولأن الكرة هناك منتصبة فالأفق يقطع جميع الدوائر الموازية (٨) لمعدل النهار دائما (٩) بنصفين (١٠) فيستوي الليل والنهار هناك دائما وأما (١١) في سائر المواضع فإن دائرة معدل النهار هي وحدها التي تنقسم بدائرة (١٢) الأفق بنصفين (١٣) وأما سائر الدوائر (١٤) فتنقسم بها (١٥) بمختلفين (١٦) ويكون كل دائرة هي أميل إلى القطب الذي إليه المسكن فقطوعها (١٧) العالية أكبر (١٨) من المسافة فيكون النهار أطول من الليل ومن أحوال دائرة الاستواء أن الظل يقع فيها تارة إلى الجنوب إذا (١٩) صارت الشمس عنها شمالية وتارة إلى الشمال إذا صارت الشمس عنها جنوبية وغاية امتداد الظل فيها

---

(١) [ربع ساعة] : غير موجود في د
(٢) سا ، د أمعن
(٣) سا : كان قريبا
(٤) سا ، د : من
(٥) سا : واختار
(٦) سا : الخالي
(٧) سا : غير واضح
(٨) د : المتوازية
(٩) ب ، ف : في الهامش
(١٠) ب : بنصفين دائما
(١١) د : وإذ
(١٢) د : بداير
(١٣) د : على نصفين
(١٤) [فإن دائرة معدل النهار هي وحدها التي تنقسم بدائرة الأفق بنصفين وأما سائر الدوائر] : غير موجود في سا
(١٥) سا : غير موجود
(١٦) ب : مختلفين
(١٧) ب : فقطعها
(١٨) ب : أكثر
(١٩) د : إذ

أن (١) يكون الظل نصف النهار والشمس فى المنقلب ستة وعشرين (٢) جزءا ونصفا (٣) من ستين جزءا من المقياس وهؤلاء يرون الكواكب كلها طالعة وغاربة فلا يكون منها شىء لا(٤) يخفى عنهم دائما ويظهر لهم دائما . قال وأما أنه هل هناك مساكن أم ليس فذلك فى حكم الإمكان جائز (٥) لأن تلك البقعة (٦) يجب أن تكون فى غاية الاعتدال فى المزاج(٧) والشمس عندهم لا (٨) يطول مكثها (٩) على سمت الرؤوس لسرعة ميلها فيكون الصيف (١٠) لذلك عندهم معتدل المزاج ولا يبعد أيضا عن الانقلابين بعدا شديدا فيكون شتاؤهم معتدل المزاج ونحن خاصة فقد تكلمنا فى هذا كلاما بالغا فليطلب (١١) من الكتب الطبيعية لنا (١٢) وأما أى البلدان وأى المساكن (١٣) هناك فإن بطليموس لم يحط به علما وقت (١٤)ما صنف المجسطى وقال إن ما يقال فى ذلك فهو بالتخمين ثم أحاط بعد ذلك ببعضها علما وأثبته فى جغرافيا (١٥) . وأما سائر الدوائر المتوازية (١٦) فإنا نحيط معرفة بالمساكن التى بها بارتفاع القطب فى كل واحد منها الذى هو بمقدار (١٧) العرض فتكون الكواكب الدائمة (١٨) الظهور ترسم دوائر نصف قطر أكبرها (١٩) إن (٢٠)

---

(١) ف ، سا : فيه — وفى د : فيه وزيادته
(٢) سا : وعشرون
(٣) سا : غير موجود — وفى د : ونصف
(٤) سا ، د : غير موجود
(٥) ف ، سا : فجائز — وفى د : لجائز
(٦) ف : فوقها بين السطرين (النقطة) — وفى سا ، د : النقطة
(٧) ف ، سا ،د : المزاح
(٨) ف : بين السطرين
(٩) ب ، سا ، د : لبثها
(١٠) د : الصف
(١١) ب : فيطلب — وفى سا : فلنطلب
(١٢) د : غير موجود
(١٣) د : بين السطرين
(١٤) د : وقد و
(١٥) ب : كتاب جغرافيا — وفى سا ، د : كتاب جاوفراقيا .
(١٦) سا ، د : غير موجود
(١٧) د : المقدار (١٨) سا : غير موجود
(١٩) ف ، سا : أكثرها
(٢٠) سا : وإنه

اتفق أن يكون فى مداره مماسا للأفق هو بمقدار العرض ويكون مثلها (١) من القطب الآخر دائم الخفاء فأول الدوائر المتوازية بعد خط الاستواء وهى الدائرة الثانية (٢) الموازية لخط الاستواء هى (٣) الدائرة المارة حيث أطول نهاره (يب) (٤) ساعة وربع وعرضه (ديه) (٥) فإنها تمر بجزيرة فرابينس (٦) ولأن عرضها دون الميل فيقع (٧) الظل إلى الجانبين والشمس تسامت رؤوسهم مرتين ولا (٨) يكون ظل وذلك إذا كان البعد من المنقلب الصيفى فى الجهتين (٩) (عط ل) (١٠) ويكون الظل الاستوائى (دكه) (١١) من ستين (١٢) والظل الصيفى (كاك) (١٣) والشتوى (لب له) (١٤) وتتلوها (١٥) الدائرة التى أطول نهارها (يب ل) (١٦) وعرضها (ح كه) (١٧) وتمر (١٨) بخليج أوالبطس (١٩) وظلها (٢٠) أيضا ذو جهتين والشمس تسامت رؤوسهم (٢١) على بعد (سط) (٢٢) من المنقلب ويكون ذلك

---

(١) د : ميلها
(٢) ف : الثابتة
(٣) سا ، د : وهى
(٤) سا : لب
(٥) د : ويه
(٦) ف : فراميس وفى الهامش (طورباى) — وفى هامش ب : طورباى — وفى سا : طورباى — وفى د : طوباى
(٧) د : فيقطع
(٨) سا ، د : فلا
(٩) [الصيفى فى الجهتين] : غير موجود فى سا ، د
(١٠) سا : يط ل
(١١) سا : ك كه
(١٢) سا : شين — وفى د : سين
(١٣) ١٢,٥٠٠
(١٤) ف ، سا ، د : لب
(١٥) د : ويتلوها
(١٦) ف : ل بين السطرين — وفى سا : ب ل
(١٧) د : ح ل
(١٨) د : ويمر
(١٩) ب : أواليطو — وبين السطرين (أوليكس) — وفى سا : أواليطس
(٢٠) سا : فظلها
(٢١) د : غير موجود
(٢٢) ٦٩°

مرتين والظل الاستوائى (حن) (1) والصيفى يوله(2)والشتوى لرند(3) والموازية الرابعة أطول نهارها يب ونصف وربع العرض يب ل ويمر بخليج أو اليقيطوس والظل ذو جهتين ومسامتة الشمس مرتين وعلى (4) (نرم) (5) من المنقلب والظل الاستوائى (يحك) والصيفى (يب) (6) والشتوى (يدو) (7) والخامسة أطول نهارها (يح) ساعة والعرض (يوكر) (8) وتمر (9) بجزيرة ما روى (10) والظل ذو جهتين والمسامتة من الشمس مرتين على بعد (مه) (11) والظل الاستوائى (يرمه) والصيفى (رمه) (12) والشتوى (رن) (13) والسادسة أطول نهارها (يح) ساعة وربع والعرض (ك يد) وتمر بياقطون (14) والظل ذو جهتين والمسامتة من الشمس مرتين على بعد (لا) والظل الاستوائى (كب ى) (15) والصيفى (جمه). الشتوى (يحى) (16) والسابعة أطول نهارها (يحل) ساعة والعرض (كجنا) (17) وتمر (18) بجزيرة سابيس (19) والعرض كالميل فالأظلال (20) عليها (21) شمالية وتسامت الشمس الرأس مرة واحدة

---

(1) ف : ح د

(2) سا : لو ن

(3) ف ، سا . ار يد – وفى د : لد ند

(4) سا ، د : وعلى بعد

(5) ف : يرم – وفى سا : ير ل – وفى : نرل

(6) د : ر يب

(7) ف : مد يو – وفى سا : م ل م – وفى د : بدم

(8) سا : يو ير – وفى د : لو ير

(9) سا ، د : يمر

(10) ب : مارابس وبين السطرين (ماروى)

(11) د : مرمه

(12) [والصيفى رمه] : غير موجود فى ف

(13) ف : غير واضح – وفى سا : ن ر – وفى د : نف

(14) ف : بيابطون

(15) د : كب د

(16) د : يح د

(17) د : كه يا

(18) سا : ويمر

(19) ف : غير واضح – وفى سا : سوينى – فى د : سوسى سوى

(20) سا : فالظلال

(21) د : غايتها

عند (١) نقطة الانقلاب والظل الاستوائى (كول) والشتوى (سه‍ن) (٢) ولاظل للصيف وما وراء هذا فالأظلال (٣) واحدة (٤) من (٥) الجهة الشمالية(٦) والشمس لا تسامت الرؤوس البتة والثامنة أطول نهارها (يح) ساعة ونصف وربع (٧) والعرض (كريب) (٨) وتمر بجزيرة (٩) بادارميس (١٠) بعطلها بلوس (١١) الظل الاستوائى (لن) (١٢) والشتوى (عدى) والصيفى (جل) والتاسعة أطول نهارها (يد) ساعة(١٣) والعرض (ل كب) (١٤) وتمر(١٥) بأسافل بلاد مصر والظل الصيفى (ون) والاستوائى (له‍) (١٦) والشتوى (فحه) (١٧) والعاشرة أطول انهارها (يد يه) والعرض (لحلح) (١٨) وتمر بوسط الشام والظل الصيفى (ى) والاستوائى (لطل) والشتوى (صحه) (١٩) والحادية عشرة(٢٠) أطول نهارها (يدل) والعرض (لو) (٢١) وتمر بجزيرة رودس والظل(٢٢) الصيفى (يب يه) والاستوائى (محلو) والشتوى

---

(١) د : وعند
(٢) د : س ن
(٣) د : فالظل
(٤) د : واحد
(٥) سا : فى
(٦) د : الشمالى
(٧) د : وربع ساعة
(٨) سا ، د : كديب
(٩) سا ، د : غير موجود
(١٠) ب ، ف : فى الهامش
(١١) سا ، د : غير موجود
(١٢) سا : ل ر
(١٣) سا ، د : غير موجود
(١٤) سا : ل يب
(١٥) سا ، د : غير موجود
(١٦) ف ، سا ، د : له
(١٧) ف : يحه – وفى سا : محه
(١٨) ف : لحيح
(١٩) ف : صحه – وفى سا ، د : محه
(٢٠) ب ، سا : عشر
(٢١) سا : يو – وفى د : لر
(٢٢) سا ، د : غير موجود .

(فجك) (١) والثانية عشرة(٢) أطول نهارها (يدمه) والعرض (احله) (٣) وتمر بجزيرة سمورسين (٤) والظل الصيفى (يهمه) (٥) والاستوائى (مرن) (٦) والشتوى (قيدنه) (٧) والثالثة عشرة (٨) أطول نهارها (يه) والعرض (ميو) (٩) وتمر (١٠) ببلاد النسطور (١١) والظل الصيفى (يحل) (١٢) والاستوائى (يبى) والشتوى (فكرن) (١٣) والرابعة عشرة (١٤) أطول نهارها (يهيه) والعرض (محيه) وتمر بجزيرة مساليان (١٥) والظل (١٦) الصيفى (كن) (١٧) والاستوائى (نهنه) (١٨) والشتوى (قمديه) (١٩) والخامسة عشرة (٢٠) أطول نهارها (يهل) والعرض (مه) وتمر (٢١) بوسط بحر فنطس (٢٢) والصيفى (كحيه) (٢٣) والاستوائى (س) مساو (٢٤) للمقاييس (٢٥) والشتوى

---

(١) د : مح ك
(٢) ب ، سا ، د : عشر
(٣) سا : لح له
(٤) ب : سمورنيس وفى الهامش (سمرنا) — وفى سا : سبرنا — وفى د : سمريا
(٥) سا : يه مد
(٦) سا : م ن
(٧) ف ، د : فيد يه — وفى سا : مد يه
(٨) ب ، سا ، د : عشر
(٩) د : م لو
(١٠) سا : ويمر
(١١) ب : النس قيطوس فيطوس وفى الهامش النسطور — ى ، د : النسطور
(١٢) سا : لـ ل
(١٣) سا : فكرر
(١٤) ب ، سا ، د : عشر
(١٥) ب : مسا ليس وبين السطرين (ليا) — وفى سا ، د : مساليا
(١٦) سا : والعرض
(١٧) ف : ك د
(١٨) ف : يه نه — وفى سا : يه يه — وفى د : نه يه
(١٩) سا : قم يه — وفى د : فحه يه
(٢٠) ب ، سا ، د : عشر
(٢١) سا : ويمر
(٢٢) سا ، د وفى هامش ب : ينطس
(٢٣) سا : يحه يه
(٢٤) ف : والشتوى مساو
(٢٥) سا ، د : المقياس

(قنهه) (١) والسادسة عشرة (٢) أطول نهارها (يهمه) (٣) والعرض (مونا) (٤) وتمر (٥) بعيون النهر المسمى السطروس (٦) والصيفي (كهل) والاستوائي (محنه) (٧) والشتوي (قال) (٨) والسابعة عشر أطول نهارها (يو) والعرض (مح لب) (٩) وتمر بمغايض (١٠) نهر ناوروسبابيس (١١) والظل الصيفي (كرل) (١٢) والاستوائي (سرن) والشتوي (قفحن) (١٣) والثامنة عشرة (١٤) أطول نهارها (يوى) والعرض (ل يه) (١٥) وتمر بوسط بحيرة (١٦) مناطيلوس (١٧) والظل الصيفي (كط له) والاستوائي (عام) والشتوي (رىك) (١٨) والتاسعة عشرة (١٩) أطول نهارها يول والعرض نال (٢٠) وتمر (٢١) بجزيرة تحتوى بلاد برطانيا (٢٢) برطينيى (٢٣) والظل الصيفي (لاكه) والاستوائي (عه كه) والشتوي (ركطه) (٢٤) والعشرون أطول نهارها (يومه) (٢٥)

---

(١) ف : قيه ه — وفي سا : قيه
(٢) ب سا ، د : عشر
(٣) سا ، د : يه له
(٤) سا ، د : مويا (٥) سا : ويمر
(٦) ب اسطروس — وفي ب : السطوس — وفي د : السطرس
(٧) ف ، سا : صه يه — وفي د : صه له
(٨) سا ، د : غير واضح
(٩) سا : يح يب
(١٠) ف : بمفايص
(١١) ب: ناوروسثانيس — وفي ب : نورسبابس — وفي د : نوز سناس
(١٢) د : كذل
(١٣) سا : قيح ن — وفي د : قنح ن
(١٤) ب ، سا ، د : عشر
(١٥) ف ، د : ن يه — وفي سا : له يه
(١٦) سا ، د : جزيرة
(١٧) في سا ، د وفي هامش ب ، ف : ماوطس
(١٨) سا : رى ك ر
(١٩) ب ، سا ، د : عشر
(٢٠) ف : يال — وفي سا : مال — وفي د : فال
(٢١) سا : ويمر
(٢٢) [تحتوى بلاد بريطانيا] : في هامش ب ، ف — وفي سا : طانيا
(٢٣) سا ، د : غير موجود
(٢٤) سا ، د : كط م
(٢٥) د : قو م .

والعرض (نبن) (١) وتمر (٢) بمغايض رنيس (٣) والظل الصيفي (لحيه) والاستوائي (عطه) والشتوى (رنجى) (٤) والحادية والعشرون أطول نهارها (ير) والعرض (ندا) (٥) وتمر بمغايض (٦) طنايلوس (٧) والظل الصيفي (لدنه) (٨) والاستوائي (قب له) والشتوى (رمحمه) (٩) والثانية والعشرون أطول نهارها (يريه) والعرض (نه) (١٠) وتمر بين بقاباطيس ببيغريطيوس (١١) من بلاد برطانيا الكبرى والظل الصيفي (لويه) والاستوائي (فهم) (١٢) والشتوى (شدل) (١٣) والثالثة والعشرون أطول نهارها (يرل) (١٤) والعرض (نو) (١٥) وتمر بوسط بلاد برطانيا الكبرى والظل الصيفي (لرم) (١٦) والاستوائي (قحد) (١٧) والشتوى (شله يه) (١٨) والرابعة والعشرون أطول نهارها (يرمه) والعرض (نر) ويمر (١٩) بموضع يسمى (٢٠) قطور قطاييس (٢١) من بلاد برطانيا والظل الصيفي (لطى) والظل (٢٢) الاستوائي (صب ك) (٢٣) والشتوى (شعبه) (٢٤) والخامسة ،

---

(١) ف ، سا : يب ن — وفى د : ب ن — وفى ب . غير واضح

(٢) سا ، د : ويمر

(٣) ف : مغايص ربيس .

(٤) سا : ر يح

(٥) ف : يد ا — وفى سا : ير ا

(٦) ف ، د : مغايض

(٧) ف : غير واضح — وفى سا : طامالس — وفى د : طابايس

(٨) ف ، سا : لديه

(٩) ف : رعح مه — وفى سا : ر فحه مد — وفى د : و فحه مه

(١٠) سا : يه

(١١) سا ، د : بغايطيس

(١٢) د : يه م (١٣) سا ، د : سدل

(١٤) ب : غير واضح (١٥) سا ، د : يو

(١٦) د : لنم

(١٧) ف : فح ن — وفى سا ، د : قح ن

(١٨) سا : سلويه — وفى د : سكونه

(١٩) ف ، سا : ير

(٢٠) سا : غير موجود

(٢١) ف : تطور قطايين — وفى سا ، د وهامش ب : قاطور قطوس

(٢٢) سا : غير موجود

(٢٣) سا : غير واضح — وفى د : صب كه

(٢٤) سا : سعب م

والعشرون أطول نهارها (يح) (١) والعرض (نح) (٢) ويمر بجنوب برطانيا الصغرى والظل الصيفى (مه) والاستوائى (صو) (٣) والشتوى (سطه) (٤) والسادسة والعشرون أطول نهارها (يحل) (٥) والعرض (نطل) (٦) وتمر (٧) بوسط برطانيا الصغرى قال وإنما لم تستعمل هاهنا التفاضل بربع ساعة لأن الدوائر هناك تكاد تكون متصلة وبعد هذا فإنه يقول إن الموضع الذى يكون أطول نهاره (يط) فالعرض (سا) وتمر (٨) بأقصى شمال برطانيا (٩) والموضع الذى أطول نهاره (يط) ونصف والعرض (١٠) (سب) ويمر بجزيرة أبردن (١١) حيث (١٢) يكون (١٣) أطول النهار (ك) فالعرض (١٤) (سح) ويمر بجزيرة بولى (١٥) وحيث أطول نهاره (١٦) (ك ل) (١٧) فالعرض (سدل) وتمر بأقوام (١٨) لا يعرفون من الصقالبة والخزر وحيث أطول النهار (كب) فالعرض (سه ل) وحيث أطول النهار (كج) فالعرض (سو) وحيث أطول النهار (كد) فالعرض (سول) (١٩) وهناك يقع الظل دائرة لأن الشمس لا تغيب فى الانقلاب الصيفى فتدور أظلال المقاييس فتكون دائرة (٢٠) المنقلب الصيفى دائمة الظهور

---

(١) د : مح

(٢) سا : ع – وفى د : لح

(٣) سا : مرو

(٤) ب : غير واضح

(٥) د : لح ل

(٦) ف ، سا ، د : يط ل

(٧) سا : ويمر

(٨) ب : ويمر

(٩) [والموضع الذى يكون أطول نهاره (يط) فالعرض سا ويمر بأقصى شمال برطانيا] : مكرر فى ب ، ف

(١٠) ب ، سا ، د : فالعرض

(١١) ف : بودى – وفى سا : بوذن – وفى د : بو دنه

(١٢) سا ، د : وحيث

(١٣) سا ، د : غير موجود

(١٤) ب : والعرض

(١٥) ب : نوتيس وبين السطرين (بولى)

(١٦) ف ، سا ، د : النهار

(١٧) سا ، د : ل ا

(١٨) سا ، د : بأمم

(١٩) د : سيول

(٢٠) د : دائر

ودائرة المنقلب الشتوى دائمة الخفاء لأنهما تماسان دائرة (١) الأفق (٢) على على المبادلة أى أن الموازية التى يرسمها رأس السرطان تماس الأفق إذا (٣) دار قطب البروج حول قطب معدل (٤) النهار (٥) فصار إلى الجنوب فلأن العرض (٦) هو تمام الميل يجب أن يصير على سمت الرأس فيصير قطب الأفق فتنطبق (٧) دائرة البروج على دائرة الأفق فتعرض أنه إذا مال السرطان منخفضا إلى مماسة الأفق من الشمال مال الجدى (٨) مرتفعا إلى مماسته من الجنوب على المبادلة وإذا كان الطالع النقطة الربيعية صارت (٩) منطقة البروج أفقا لهم وذلك لأن فى ذلك الوقت يكون قطب البروج على سمت الرأس وقطب المعدل شماليا عنه فيكون السرطان فى الأفق على دائرة نصف النهار والحمل فى المشرق لا محالة فإن أحب أحد أن يزيد (١٠) على هذا أمكنه ذلك من الأصول الموضوعة وتظهر هناك أن حيث يكون (١١) ارتفاع القطب بالتقريب (سر) (١٢) لا يغرب البتة نصف برج الجوزاء ونصف برج السرطان الملتقيان على نقطة الانقلاب فيكون أطول النهار قريبا من شهر وحيث يكون (١٣) فيه ارتفاع القطب (سطل) لا يغيب تمام البرجين ويكون أطول النهار قريبا من شهرين وحيث ارتفاعه (عحك) (١٤) فإنه لا يغيب فيه برجان ونصفا برجى الثور والأسد (١٥) وأطول النهار قريبا (١٦) من ثلاثة أشهر وحيث ارتفاعه (عحك) (١٧) فإنه لا يغرب

---

(١) ف : مشطوب — وفى سا ، د : غير موجود
(٢) ب : الأرض
(٣) ب : وإذا
(٤) سا ، د : المعدل
(٥) سا ، د : غير موجود
(٦) د : فهو
(٧) د : فينطبق
(٨) سا ، د : الجنوبى
(٩) سا ، د : صار
(١٠) ف : يريد
(١١) سا ، د : يكون فيه
(١٢) سا : سر بالتقريب — وفى د : سس بالتقريب
(١٣) ب : أن يكون
(١٤) ب : كحه ك
(١٥) سا : والسنبله
(١٦) سا : قريب
(١٧) سا : عحه ك

برجان فى كل واحد (١) من الجانبين ويكون النهار قريبا من أربعة أشهر وحيث ارتفاعه (فد) (٢) فلا يغيب فيه برجان ونصف برج (٣) فى كل جانب (٤) ويكون أطول النهار خمسة أشهر (٥) وحيث ارتفاعه (ص) فلا يغيب فيه (٦) ثلاثة أبراج (٧) من كل جانب ويكون النهار ستة أشهر فلا (٨) النصف الجنوبى يطلع هناك البتة ولا الشمالى يغرب البتة(٩) والسنة هناك يوم وليلة كل واحد ستة أشهر ودائرة (١٠) معدل النهار هى دائرة الأفق وأعظم (١١) دائرة من الأبدية الظهور والأبدية الخفاء معا كأنه حد مشترك .

فصل (١٢)

فى المطالع بحسب (١٣) العروض (١٤)

«د» قد قلنا فى المطالع حيث الكرة منتصبة فلننقل الآن (١٥) فى المطالع حيث الكرة مائلة فنقول إن القسى المتساوية (١٦) البعد من نقطة الاستواء فى الجنوب والشمال فإن مطالعها فى العروض متساوية فلتكن (١٧) دائرة (١٨) أ ب جـ د دائرة

---

(١) [فى كل واحد] : غير موجود فى سا

(٢) ف : غير واضح — وفى سا : يد

(٣) ب : غير موجود — وفى ف : بين السطرين

(٤) [فى كل جانب] : غير موجود فى سا

(٥) [وحيث ارتفاعه عج لـ فإنه لا يغرب برجان فى كل واحد من الجانبين ويكون النهار قريباً من أربعة أشهر وحيث ارتفاعه (فد) فلا يغيب فيه برجان ونصف برج فى كل جانب ويكون أطول النهار خمسة أشهر] : غير موجود فى د

(٦) سا : غير موجود

(٧) سا : أبرج

(٨) ب : ولا

(٩) سا : غير موجود

(١٠) د : ودوائر

(١١) سا : فأعظم

(١٢) سا ، د : غير موجود

(١٣) ب ، ف : غير واضح

(١٤) سا : العرض

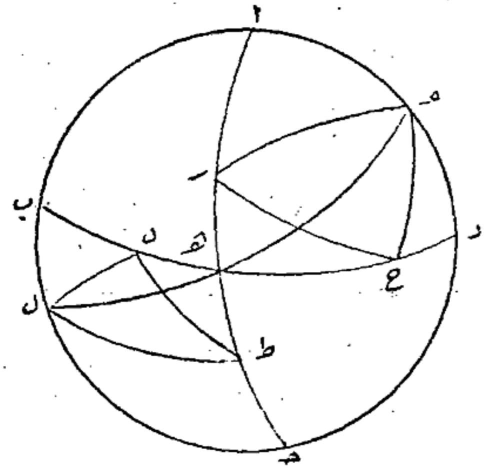
(١٥) سا ، د : غير موجود

(١٦) سا : المساوية

(١٧) سا : فليكن

(١٨) سا ، د : غير موجود

نصف النهار و : ب هـ د الأفق و : أ هـ جـ (١) لمعدل (٢) النهار و : ر نقطة الربيع و : ر ح قوسا (٣) من المائل ميلا شماليا و : ط تلك النقطة بعينها وقد اتصل بها قوس ط ك جنوبيا من المائل مساويا لـ : ر ح ومطالعها (٤) ط هـ ، هـ ر فأقول (٥) إنها متساويان وليتوهم (٦) القطب .أما فى الوضع الذى وضعت فيه النقطة نقطة ط فنقطة ل وفى الوضع الآخر نقطة م ولنخرج قطعة دائرة (٧) من الكبار على ل هـ م ونصل



شكل (٢٩)

ط ل ، ل ك ، ر م ، م ح (٨) بقسى من الكبار وقوس ر ح فرضت مساوية لـ : ط ك وقوس ل ك مساوية لقوس م ح لأنها تماما ميلين (٩) متساويين وقوسا (١٠) هـ ك ، هـ ح وهما سعتا المشرق متساويتان (١١) وقوسا م هـ ، هـ ل متساويتان لأنها من القطب إلى المنطقة فتكون أضلاع مثلث هـ ح م كأضلاع مثلث هـ ل ك بالتناظر

---

(١) ف : ا د جـ — وفى سا ، د : ا هـ د

(٢) سا ، د : معدل

(٣) سا ، د : قوس

(٤) ف ، سا ، د : ومطالعها

(٥) سا ، د : فنقول

(٦) سا ، د : ولنتوهم

(٧) سا ، د : غير موجود

(٨) د : ط ل ، ل ك ، ر م ف : ر ح

(٩) سا ، د : مثلثين

(١٠) سا ، د : وقوس

(١١) سا : متساويان

فزاوية هـ ل ك (١) مساوية لزاوية هـ م ح لكن زاوية ك ل ط (٢) مساوية لزاوية ح م ر لأنهما توتران (٣) قوسين متساويتين (٤) بضلعين مساوين (٥) النظيرين (٦) من الكبار يبقى ط ل هـ مساوية ل :هـ م ر فتكون قاعدة هـ ط مساوية لقاعدة هـ ر (*) (هـ) ونقول إن مطالع كل قوسين متساويتين من المائل عن جنبتى نقطة من (٧) الانقلابية (٨) تكون ما بين كل واحدة (٩) منها وبين الانقلابية مثل ما بين الأخرى وبين تلك الانقلابية مثل (١٠) برجى الحمل والسنبلة فإنهما إذا جمعا كانا مسا وين لمجموع مطالع تينك القوسين فى خط الاستواء فليكن (١١) دائرة نصف النهار أ ب جـ د

---

(١) سا : ل ك (٢) ب : ط ل ك

(٣) سا : تؤثران وفى د : يوتران

(٤) سا : متساويين

(٥) ف : متساويتين – وفى سا ، د : متساويين .

(٦) ف : القطرين – وفى سا ، د : للقطرين

(*) تعريف مطالع قوس من البروج فى العرض : هى قوس من دائرة معدل النهار تطلع فوق الأفق مع قوس البروج

نظرية (١٢) : مطالع أقواس البروج المتساوية البعد عن نقطة الاستواء متساوية

البرهان : نفرض ا ب حـ د دائرة نصف النهار ، ب هـ د الأفق ، ا هـ د معدل النهار (شكل ٢٩) ولتكن نقطة ر هى الاستواء الربيعى ونقطة ح شمالية من البروج على الأفق فيكون هـ ر هو مطلع قوس ح ر ولنفرض نقطة ك جنوبية من البروج على نفس البعد عن نقطة الاستواء وأنها عندما تكون على الأفق تكون نقطة الاستواء الربيعى هى ط أى أن ر ع = ك ط فيكون هـ ط هو مطالع قوس ك ط والمطلوب إثبات أن هـ ر = هـ ط

نفرض أن القطب الشمالى م والجنوبى ل ونصل ل هـ م ، ط ل ، ل ك ، ر م ، م ع

قوس ل ك = م ع لأن كلا منهما = ٩٠ – ميل النقطة

وقوس هـ ك = هـ ع لأن كلا منهما = سعة المشرق

، م هـ = هـ ل = ٩٠

∴ المثلثان هـ ع م ، هـ ل ك متساويان ∴ هـ م^ ع = هـ ل^ ك

لكن ك ل^ ط = ع م^ ر لأنهما تقابلا ن قوسى ط ك ، ع ر المتساويان

∴ ط ل^ هـ = هـ م^ ر ∴ هـ ط = هـ ر وهو المطلوب.

(٧) ف : غير واضح – وفى سا ، د : غير موجود

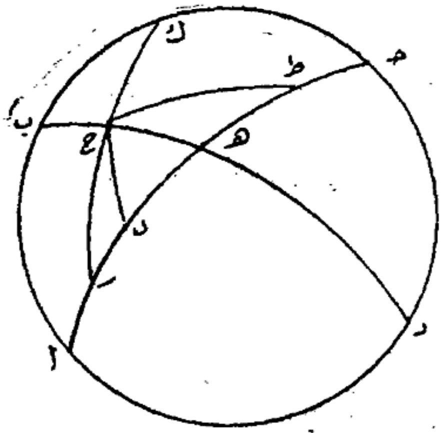
(٨) سا ، د : انقلابية

(٩) د : واحد

(١٠) د : مكرر

(١١) د : فلتكن

و : ب هـ د نصف الأفق و : أ هـ حـ نصف دائرة معدل النهار وليكن ز ح قوساً جنوبية بعدها من الشتوية كبعد (١) قوس ط ح وليكن ر النقطة الخريفية و : ط النقطة (٢) الربيعية وليكن ح الفصل (٣) المشترك فى دائرة الأفق للقوسين لأن هاتين القوسين يفرزها (٤) دائرة واحدة بعينها من الدوائر المتوازية ولنخرج على ح (٥) من قطب معدل النهار ربع دائرة من الكبار يقوم (٦) مقام الأفق فى الكرة المنتصبة وهو (٧) ك ح ل فلأن (٨) ط هـ مطالع ط ح و : هـ ر مطالع ح ر (٩) فجملة ط ر مطالع للقوسين (١٠) فى هذه البقعة لكن ط ل مطالع ط ح فى الكرة



شكل (٣٠)

المنتصبة و : ر ل مطالع ر ح فى الكرة المنتصبة ومجموعهما مساو ا : ط ر (١١) الذى كان مجموع مطالع القوسين فى غير الكرة المنتصبة (*) فلنبين كيف تعرف مطالع

---

(١) سا : لبعد
(٢) ف : بين السطرين
(٣) ف : فى الهامش
(٤) د : تفوزها
(٥) سا : حـ
(٦) سا : تقوم
(٧) سا : هـ ر – وفى د : هو
(٨) ب : ولأن
(٩) سا : د : حـ ر
(١٠) سا ، د : القوسين
(١١) د : [و ا : ط ر]

(*) نظرية (١٣) إذا أخذنا قوسين من البروج متساويتى البعد عن إحدى نقطتى الانقلابين فإن مجموع مطالعهما فى العرض يساوى مجموع مطالعهما فى خط الاستواء .

ميل فى غير الكـرة المتصبة «و» وليكن ذلك التقريـر (١) لجزيرة (٢) رودس (٣) التى ذكرناها (٤) على أنا إذا تحققنا مطالع ربع واحد كفانا ذلك فى غيره لما عرفناه (٥) فليكن (٦) أ ب جـ د (٧) نصف النهار و : ب هـ د (٨) نصف دائرة الأفق و : أ هـ حـ (٩) نصف دائرة (١٠) المعدل و : ر ح ط نصف دائرة البروج و : ح النقطة الربيعية وليكن د ك (١١) ارتفاع القطب بها و : ك نقطة القطب وليمر بها ربع دائرة كبيرة تجتاز على تقاطع المائل والأفق وهى نقطة ل إلى م ولتكن ح ل برجا واحدا مثلا وهو الحمل والمطلوب (١٢) مقدار هـ ح وبين أن نسبة جيب ك د (١٣) إلى جيب د حـ(١٤) مؤلفة من نسبةجيبك ل إلى

تفرض ا ب حـ د دائرة نصف النهار ، ب هـ د الأفق ، ا هـ د معدل النهار (شكل ٣٠)

ولتكن نقطة ر هى الاستواء الخريفى ، ع إحدى نقط البروج المعلومة فيكون هـ ر مطلع القوس ع ر

أما إذا كانت نقطة ط الاستواء الربيعى ، ع نقطة على بعد من أحد الانقلابين مساو لبعد النقطة المعلومة فإن هـ ط يكون مطلع القوس ع ط

∴ مجموع مطالعهما = هـ ر + هـ ط = ط ر

ولنفرض أن ك هو القطب ونصل ك ع ليقطع ا هـ حـ فى نقطة ل .

عند خط الاستواء يكون القطب واقعاً على الأفق ويكون معدل النهار ماراً بسمت الرأس عمودياً على الأفق أى أنه فى نفس شكل (٣٠) يقوم ك ع ل مقام الأفق وتقوم ا هـ حـ مقام مقام معدل النهار وبذلك تقوم نقطة ل مقام نقطة هـ

∴ مطالع ح ر ، ح ط فى خط الاستواء هى ل ر ، ل ط

لكن ل ر + ل ط = ط ر

∴ مجموع المطالع فى العرض = مجموع المطالع فى خط الاستواء وهوالمطلوب

(١) ف ، سا ، د : التقريب

(٢) سا ، د : بجزيرة (٣) د : رووس

(٤) [فلنبين كيف تعرف مطالع ميل فى غير الكرة المنتصبة وليكن ذلك التقرير لجزيرة رودس التى ذكرناها] : فى هامش ف .

(٥) د : عرفنا

(٦) ب : وليكن

(٧) سا : ا ب ع د

(٨) د : [و : ب هـ]

(٩) ف ، سا ، د : [و : ا هـ ع]

(١٠) [نصف دائرة الأفق ، ا هـ ع نصف دائرة] : فى هامش ف

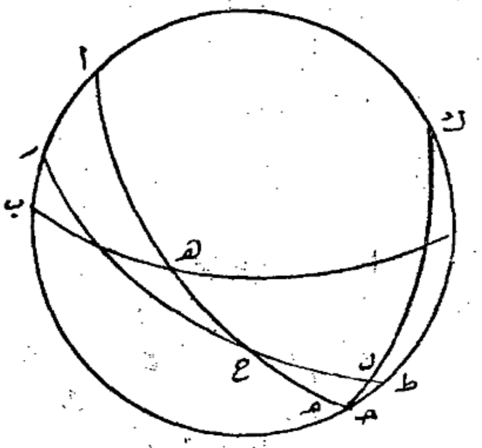
(١١) د : و ك

(١٢) ف ، سا ، د : فلنطلب

(١٣) د : در

(١٤) د : هـ ع

جيب ل م ومن نسبة (١) جيب (٢) ه م إلى جيب ه ج لكن ك د وهو (٣) ارتفاع القطب معلوم و : د ج وهو ما يبقى من قوس ك ج بعد طرح ك د المعلوم معلوم وقوس ك ل معلومة لأنها بعد رأس الثور عن قطب المعدل وهو تمام ميله يبقى (٤) ل م(٥) معلوم لأنه ميله و : ه ج (٦) معلوم يصير م ه معلوما و : ح م (٧) هو



شكل (٣١)

مطالع ح ل فى الكرة المنتصبة وهو (٨) معلوم يبقى (٩) ح ه معلوما (*) وقدخرج

---

(١) [ومن نسبة] : غير موجود فى سا ، د

(٢) سا ، د : وجيب

(٣) سا ، د : غير موجود

(٤) سا : غير موجود

(٥) ف : و ل م – وفى سا : [و : ل م]

(٦) سا : وحده

(٧) ف ، د : (و : ح م)

(٨) سا ، د : فهو

(٩) ب : بقى

(*) تعيين مطالع أقواس البروج :

نفرض ا ب ح د نصف النهار ، ب ه د الأفق ، ا ه ح المعدل وليكن ر ع ط البروج يقطع المعدل فى ع والأفق فى ل أى أن ع النقطة الربيعية ، ع ل قوس البروج المطلوب إيجاد مطلعها (شكل ٣١)

. فيكون ه ع هو المطلع المطلوب .

ليكن ك القطب ونرسم القوس ك ل م ليقابل المعدل فى نقطة م

فى الشكل القطاع ك ح ه ل ك :

$$\frac{\text{خا ك د}}{\text{خا د ح}} = \frac{\text{حا ك ل}}{\text{حا ل م}} \times \frac{\text{خا ه م}}{\text{حا ه ح}} \qquad (\text{نظرية } ١٠)$$

مطالع (١) الحمل بجزيرة رودس (يطيب) (٢) فيكون الحوت (٣) إذن يطلع بمثلها والميزان يتمم الحوت (٤) بمجموع مطالعها فى الكرة المنتصبة والسنبلة للحمل وإذا أخذ خط ح ل للحمل (٥) والثور جميعا وعلم ما للحمل وحده علم (٦) ما للثور وحده وإنما يبقى حينئذ للثور (٧) (كبمو) وكذلك الدلو للحوت والأسد للسنبلة والعقرب للميزان ولما كان أطول ما يكون من النهار وأقصره معلوما بذلك العرض وهو بجزيرة (٨) رودس (يد) ساعة ونصف (٩) فبين أن الأجزاء التى (١٠) من السرطان إلى القوس (١١) يرتفع (١٢) مع (ريزل) (١٣) زمانا والباقى وهو (قمب ل) (١٤) للنصف الباقى فيكون الربعان المكتنفان للنقطة الربيعية معلومى (١٥) المطالع وكل (١٦) واحد منها يطلع مع (عاية) (١٧) والربعان

لكن ل د = ارتفاع القطب عن الأفق ، د ح = ٩٠ – ل د ،

ل ل = ٩٠ ميل نقطة ل ، ل م = ميل نقطة ل ، هـ = ٩٠

∴ يمكن معرفة قيمة هـ م

لكن ع م = مطالع قوس ع ل فى خط الإستواء

∴ يمكن معرفة قيمة هـ م – ع م = هـ ع وهو المطلوب

(١) سا ، د : غير موجود

(٢) سا : يط ب

(٣) د الجواب

(٤) ب : للحوت

(٥) [وإذا أخذ خط ع ل للحمل] : غير موجود فى سا

(٦) [ما للحمل وحده علم] : فى هامش ف

(٧) سا : للثور حينئذ

(٨) ب : جزيرة

(٩) [يد ساعة ونصف] : فى هامش ب ، ف

(١٠) ب : [النصف الذى] – وفى ف : [النصف الذى] مشطوب ومكتوب بدلا منه [الأجزاء التى]

(١١) د : مكرر

(١٢) [يرتفع مع] : غير موجود فى سا ، ويوجد بدلا منه [التى يخصها]

(١٣) ب : ريز – وفى سا ، د : ل ر ل

(١٤) [وهو (قمب ل)] : غير موجود فى سا ، د

(١٥) ف ، سا ، د : الجزيفية .

(١٦) ف ، سا ، د : كل

(١٧) د : غاية

المكتنفان للنقطة الخريفية (١) مع (قحـمه) (٢) فيظهر (٣) من ذلك كم يبقى للجوزاء (٤) والجدى وهى الأزمان الباقية فيكون لها (كطير) (٥) ويبقى لكل من السرطان والقوس (لهيه) وهذا قانون يمكنك أن تستخرج به لما هو أقل من برج تمام (٦) «ر» ثم ذكر (٧) بطليموس لبيان ذلك وجها آخر أسهل وأحكم . قال ليكن أ ب جـ د (٨) نصف النهار و : أ هـ جـ (٩) نصف دائرة المعدل و : ر ط ح نصف دائرة البروج و : هـ على أفق ب هـ د النقطة الربيعية ولنفصل هـ ط قوسا معلومة ولنجز (١٠) عليها ك ط ينقطع بالأفق قطعة موازية لمعدل النهار وليكن ل قطب معدل النهار الجنوبى ولنجز ل ط م ، ل ك ن ربعين فمعلوم أن هـ م مطالع هـ ط فى خط الاستواء لأن الأفق فيها (١١) بعينه هو (١٢) خط (١٣) ل ط م بالقوة . وأما فى عرض هذا البلد فمطالعها مساوية لقوس من (١٤) من قبل أن ط ك مواز ا : من (١٥) وشبيه (١٦) به لأنه فصلها قوسان من القطب متشابهتان فإذا (١٧) كان شبيها به كان طلوعه معه لكن ط ك هى ما دار من الموازية من وقت ما كان ط على الأفق إلى أن صار هـ على

---

(١) [والربعان المكتنفان النقطة الخريفية] : غير موجود فى سا ، د ويوجد بدلا منه [واللذان للاخران] – وفى ف : العبارة الأولى موجودة والثانية فى الهامش .

(٢) ف : قح مه – وفى د : قح يه

(٣) فى هامش ب : [فبين أن الأجزاء التى من السرطان إلى القوس يخصها ريزل زمانا والباقى النصف الباقى فيكون الربعان المكتنفان النقطة الخريفية معلومى المطالع كل واحد منها يطلع مع قح مه واللذان للأخرى مع عا يه فيظهر] .

(٤) د : للجوار .

(٥) سا : ل ط – وفى د : كط .

(٦) سا د : تام

(٧) سا : د كذ .

(٨) سا : ا ب ج د – وفى د : ا ب ـ د دائرة .

(٩) سا : [و : ا ـ] .

(١٠) ف : غير واضح .

(١١) سا : فها .

(١٢) ب ، سا ، د : غير موجود .

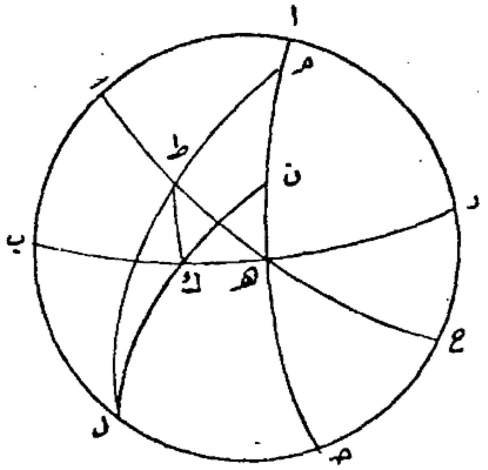
(١٣) سا : ـ ط .

(١٤) سا : م يه .

(١٥) سا : موازى .

(١٦) سا : [ل : مه] .

(١٧) سا : وإذا .



شكل (٣٢)

الأفق فيكون هـ ن (١) هو فضل مطالع خط الاستواء على مطالع هذا العرض وقد يغلط فى هذا الشكل فيظن (٢) أن نقطة ط لما كانت على الأفق كانت نقطة م أيضا على الأفق وطلعتا(٣)معا أعنى هـ ط ، هـ م وليس كذلك بل إنما يكونان معا على أفق خط الاستواء وأما ها هنا فإنما كان مع ط على أفق ب هـ دنقطة أخرى بعدها من هـ بعد م من ن (*) فلنكتب شكلا مختصرا فى (٤) هذا وليكن أ ب جـ د دائرة نصف

---

(١) د: حـ ر .

(٢) ف ، سا ، د : الظن .

(٣) سا : وطلعنا .

(*) الفرق بين مطالع خط الاستواء ومطالع العرض :

نفرض أ ب حـ د دائرة نصف النهار ، أ هـ حـ دائرة معدل النهار ، ب هـ د الأفق ، ر ط ح البروج ولتكن نقطة الإستواء الربيعى على الأفق أى عند نقطة هـ تقاطع الأفق مع المعدل فإذا أخذنا القوس هـ ط من البروج فالمطلوب التفرقة بين مطالعها فى خط الاستواء ومطالعها فى العرض (شكل ٣٢) نفرض أن ل هى القطب الجنوبى ونرسم القوس ل ط م لتقابل معدل النهار فى نقطة م . مطالع هـ ط فى خط الإستواء هى القوس هـ م لأنه عند خط الإستواء يكون القطب على الأفق أى أن ل ط م هو الأفق فتكون نقطة ط طالعة ومعها نقطة م فإذا طلع هـ ط بأكله طلع معه القوس هـ م .

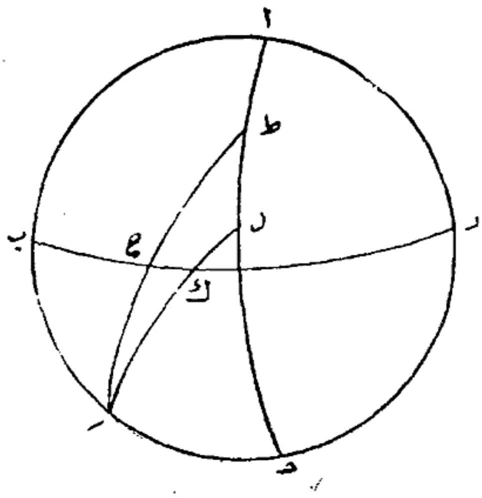
أما لمعرفة مطالع هـ ط فى العرض نرسم القوس ط ك موازيا لمعدل النهار فيقطع الأفق فى ك ثم نرسم القوس ل ك ن ليلاق المعدل فى ن فيكون طلوع القوس هـ ط مصحوبا بطلوع القوس ط ك أى مصحوبا بزاوية ط ل ك . لكن هذه الزاوية تقابل القوس م ن عند معدل النهار .

∴ مطالع هـ ط فى العرض هى القوس م ن .

والفرق بين مطالعها فى خط الإستواء ومطالعها فى العرض هى القوس هـ ن .

(٤) ف ، سا ، د : من .

النهار فى (١) عرض (٢) ما معلوم و : أ هـ حـ من دائرة المعدل و : ب هـ د نصف الأفق و : ر قطب جنوبي و : ح مجاز (٣) نقطة المنقلب الشتوى ولنخرج رح إلى ط (٤) ربع دائرة و : ك مجاز درجة أخرى ولنجز (٥) رك ل فنسبة جيب قوس ط ح إلى جيب قوس ر ح مؤلفة من نسبة جيب ط هـ إلى جيب هـ ل ومن (٦) جيب (٧) ل ك إلى جيب ك ر أما جيب طح فمعلوم لأنه جيب الميل كله فيبقى (٨) جيب جر (٩) معلوما وجيب ل ك (١٠) وهو ميل الدرجة معلوم و (١١) جيب كر وهو تمام الميل (١٢) معلوما وجيب هـ ط معلوم لأنه نصف فضل ما بين أقصر النهار وأطوله وذلك معلوم لنا من العرض المعلوم لأن العرض مساو لارتفاع القطب وقد بان أن ذلك يعلم إذا عرف (١٣) ارتفاع القطب يبقى جيب ل هـ معلوما ف : ل هـ (١٤) معلوم (١٥)



شكل (٣٣)

(١) د : و . (٢) هـ : ط
(٣) ب ، ف : غير واضح . (٤) د : ط ر
(٥) ب ، ف : غير واضح .
(٦) سا ، د : غير موجود – وفى ف : غير واضح .
(٧) سا ، د : وجيب (٨) سا : فبقى .
(٩) سا : حـ ر (١٠) د : ل
(١١) ف ، سا ، د : يبقى
(١٢) [وهو تمام الميل] : غير موجود فى سا ، د .
(١٣) سا ، د : علم .
(١٤) ف ، سا : [و : ل هـ] .
(١٥) [ف : ل هـ معلوم] : فى هامش ب .

و : ل ه (١) هو التفاوت بين مطالعه فى العرض ومطالعه فى الاستواء وإذا أنقص (٢) من مطالعه(٣) فى (٤)الاستواء علم (**) . ورسم بطليموس جداول المطالع فرسم النصف الأول الطولانى للبروج والثانى لعشرات عشرات (٥) من أجزائها لأن ما دون ذلك لا يعتد باختلافه والجدول الثالث لدرج الأزمان ودقائقها والجدول الرابع لجميع الجمل (٦) من (٧) ابتداء الربع (٨) فقد بان لك من جميع ما تقدم أنك (٩) إذا حسبت ربعا (١٠) واحدا (١١) أكفاك (١٢) .

---

(١) [معلوم و : ل ه] : فى هامش ف – وفى سا : [ه : ل م]

(٢) م ، سا ، د : نقص .

(٣) سا ، د : مطالع .

(٤) سا ، د : غير موجود .

(**) تعيين المطالع فى العرض :

نفرض ا ب حـ د دائرة نصف النهار ، ا ه حـ المعدل ، ب ه و الأفق (شكل ٣٣) وليكن ر القطب الجنوبى ونقطة ع هى المنقلب الشتوى على الأفق ، ك نقطة أخرى على الأفق . نرسم القوسين ر ع ط ، ر ك ل ليقابلا المعدل فى ط ، ل فيكون ه ل هو الفرق بين مطالع ك فى خط الاستواء ومطالعها فى العرض .

والآن فى الشكل القطاع ر ط ه ك ر :

$$\frac{\text{حا ط ع}}{\text{حا ر ع}} = \frac{\text{حا ط ه}}{\text{حا ه ل}} \times \frac{\text{حا ل ك}}{\text{حا ك ر}}$$ (نظرية ١٠)

لكن ط ع = الزاوية بين المنقلب الشتوى ومعدل النهار = الميل كله أو الميل الأعظم ، ر ع = ٩٠– ط ح ، ط ه = ½ (أطول نهار – أقصر نهار) ، ل ك = ميل النقطة ك ، ك ر = ٩٠ – الميل.

∴ يمكن معرفة ه ل وهو الفرق بين المطالع فى خط الاستواء والمطالع فى العرض .

∴ يمكن معرفة المطالع فى العرض .

(٥) سا : لعشران عشران .

(٦) سا ، د : الجمل .

(٧) سا ، د : غير موجود .

(٨) د : الربيع .

(٩) د : ا فلك .

(١٠) د : ربع .

(١١) سا : غير موجود .

(١٢) سا : كفاك والله الموفق .

فصل

فى الأشياء الجزئية التى تعلم من المطالع (١)

ومما (٢) يعرف من المطالع أمر (٣) مقدار النهار والليل إذا عرف جزء الشمس أما النهار فبأن يحسب أزمان قوس النهار بحسب البلدان من جزء الشمس إلى الدرجة المقابلة لها وأما الليل فبالعكس فيكون (٤) كل خمسة عشر منها ساعة استوائية فإذا جمعناها وقسمناها على اثنى عشر حصلت أزمان الساعات المعوجة وتعرف المعوجة بوجه آخر أسهل (٥) وهو أن نأخذ سدس (٦) تفاضل الحمل الموضوعة فى جداول المطالع أما بالنهار (٧) فمن درجة الشمس وأما بالليل (٨) فمن المقابل لها فتزيده على الأزمان الخمسة عشر للدرجة الشمالية وتنقصه للجنوبية (٩) وأعنى بتفاضل الحمل تفاضل الحمل (١٠) الموضوعة فى الدائرة الموازية لمعدل النهار والحمل الموضوعة لها فى الدائرة الموازية للإقليم (١١) وذلك لأن هذا التفاضل (١٢) هو بحسب ربع دائرة ويخص ست ساعات فإن كان المعلوم لنا هو الساعة المعوجة فإنا نضربها فى أزمان ساعات ذلك النهار أو الليل فما حصل قسمناه على خمسة عشر وهو بعكس رد الاستوائية إلى المعوجة وأيضا إن كانت الساعة المعوجة معلومة استخرجنا منها (١٣) المطالع (١٤) بأن نجمع (١٥) أزمانها ونأخذ من درجة الشمس نهارا ومن مقابلتها (١٦) ليلا إلى آخرها (١٧) ونأخذ ما بحذاء

---

(١) [فصل فى الأشياء الجزئية التى تعلم من المطالع] : غير موجود فى سا ، د .

(٢) سا ، د : مما .

(٣) ب: غير موجود – وفى ف : فى الهامش .

(٤) سا : ويكون .

(٥) سا ، د : ليسهل .

(٦) د : س س .

(٧) ف ، سا ، د : النهار .

(٨) ف ، سا ، د : الليل .

(٩) سا : الجنوبية .

(١٠) [تفاضل الجمل] : مكرر فى د .

(١١) د : للأقاليم .

(١٢) ف : الفاضل .

(١٣) سا ، د : منه .

(١٤) ف : المطالع .

(١٥) د : بجميع .

(١٦) سا : مقابلته – وفى د : مقابله .

(١٧) سا ، د : آخره .

تلك المطالع بحسب العروض على توالى البروج فحيث انتهينا فهو الطالع فإن أردنا درجة وسط السماء ضربنا الساعات المعوجة من بعد(١) نصف نهار اليوم الماضى إلى تلك الساعة فى عدد(٢) أزمانها(٣) يعنى الساعات النهارية فى الأزمان النهارية والليلية فى الليلية والخلط فى الخلط كل فى نظيره وتجمع الجميع إلى مطالع جزء الشمس (٤) ثم (٥) نلقى ذلك من الدرجة على توالى البروج بحسب مطالع الاستواء فما بلغ فهو درجة وسط السماء فوق الأرض فإن (٦) كان المعلوم الطالع وأردنا (٧) وسط السماء فوق الأرض (٨) أخذنا جملة العدد المكتوب بإزاء الطالع فننقص منه تسعين (٩) زمانا ونأخذ ما بإزاء الأزمان التى تبقى من مطالع خط الاستواء من درج البروج وإن كان المعلوم وسط السماء فإنا نزيد عليه على (١٠) ذلك الوجه تسعين (١١) زمانا ونأخذ ما بإزائه بحسب مطالع البلد ومن البين أن الساكنين تحت دائرة واحدة من دوائر نصف النهار فإن الساعات الاستوائية التى لبعد الشمس عن نصف نهارهم أو (١٢) نصف ليلهم متساوية والذين يسكنون فى دوائر نصف (١٣) النهار مختلفة فإن ذلك يختلف (١٤) عندهم بالتقديم والتأخير بمقدار الأجزاء بين دوائرهم من معدل النهار .

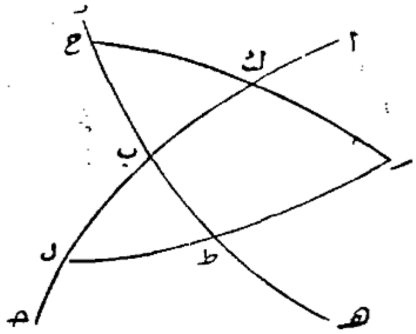
---

(١) سا ، د : غير موجود .
(٢) د : عدة .
(٣) سا : أزمانهم .
(٤) [يعنى الساعات النهارية فى الأزمان النهارية والليلية فى الليلية والخلط فى الخلط كل فى نظيره وتجمع الجميع إلى مطالع جزء الشمس] : فى هامش ب – وفى سا ، د : غير موجود .
(٥) سا : غير موجود .
(٦) د : و ان .
(٧) د : فأردنا .
(٨) [فإن كان المعلوم الطالع وأردنا وسط السماء فوق الأرض] : غير موجود فى سا .
(٩) د : تستعين .
(١٠) ب : فى .؟
(١١) د : تستعين .
(١٢) ب : و .
(١٣) سا : لنصف .
(١٤) د : مختلف .

فصــل

فى معرفة الزوايا التى تحدث من تقاطع دائرتى البروج ونصف النهار (١)

ثم شرع (٢) بعد ذلك فى تبيين (٣) حال (٤) الزوايا الواقعة بين دائرة البروج وبين (٥) دائرة نصف النهار فقال الزاوية القائمة فى قسى (٦) الكرة هى التى يمكن أن توتر (٧) ربع دائرة من الكبار التى (٨) نقطة تلك الزاوية قطب لتلك الدائرة فيكون نسبة تلك الزاوية إلى أربع زوايا تحدث من تقاطع قسى كبار نسبة تلك القوس إلى دائرة هى أربعة (٩) أمثالها وهى دائرتها فتكون موترة (١٠) لتسعين جزءا والزوايا المطلوب قسيها (١١) ومقاديرها ها هنا هى الحادثة من تقاطع المائلة ونصف النهار ومن تقاطع المائلة والأفق ومن تقاطع المائلة ودائرة السمت الخارجة من سمت الرأس إلى الجزء المفروض وهذا البيان مع أنه نافع جدا فهو ضرورى فى بيان اختلاف المنظر للقمر قال: ولنجعل كلامنا فى الزاوية الشرقية الشمالية من الزاويا الأربع (١٢) الحادثة



شــكل (٣٤)

---

(١) [فصل فى معرفة الزوايا التى تحدث من تقاطع دائرتى البروج ونصف النهار] : غير موجود فى سا ، د .

(٢) سا ، يشرع .

(٣) د : تبين .

(٤) سا : حالة .

(٥) [دائرة البروج وبين] : غير موجود فى د .

(٦) سا ، د : قسمى .

(٧) ب ، ف : غير واضح – وفى سا : توتر – وفى د : يوتر .

(٨) د : والتى .

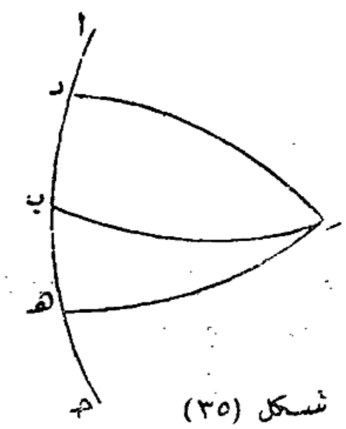
(٩) سا : أربع .

(١٠) ب ، ف : غير واضح – وفى سا : موترة .

(١١) ف : قسها – وفى د : قسمها – وفى سا : قسمتها .

(١٢) سا : الأربعة

ولنجعل (١) الابتداء منها (٢) مما يحدث من المائلة ودائرة نصف النهار للسهولة فأول البيانات (٣) أن كل نقطتين متساويتي البعد من إحدى (٤) نقطتي (٥) الاستواء فإنهما يحدثان (٦) الزاويتين المذكورتين متساويتين (٧) فليكن أ ب حـ من معدل النهار و : د ب هـ (٨) من المائل و : ر (٩) قطب معدل النهار و : ب (١٠) النقطة الاستوائية و : ب ح و : ب ط متساويتان وقوسا ر ك ح ، ر ط ل (١١) من دائرتين لنصف النهار فلأن مثلثي ك ب ح ، ب ط ل (١٢) متساويا (١٣) الأضلاع على ما علم فمتشابهان (١٤) فزاوية ح (١٥) مثل نظيرتها (١٦)



شكل (٣٥)

---

(١) سا : فلنجعل .
(٢) د : غير موجود .
(٣) سا : النباتات .
(٤) سا : غير موجود .
(٥) د : نقطة .
(٦) سا : يحذفان .
(٧) د : متساويتان .
(٨) د : [و : حـ ب هـ] .
(٩) سا ، د : و .
(١٠) سا ، د : [و : د] .
(١١) ف : ر ك ل .
(١٢) ف : ك ح ب ، ب ط ل .
(١٣) د : متساوى .
(١٤) سا : فيشابهان – وفي د : متشابهان .
(١٥) سا ، د : حـ .
(١٦) د : نظرتها .

ب ط ل (١) بل (٢) زاوية ر ط ه (٣) المقاطعة (٤) (*) لها «ى» وأيضا ليكن أب ج من فلك البروج و : ب منقلب فنقول إن القوسين المتساويتين (٥) فى البعد منه مثل (٦) ب ه ، ب د فالزاويتان الشرقيتان من جهة واحدة الواقعتان (٧) عليها من دائرة (٨) نصف (٩) النهار مساويتان (١٠) لقائمتين كزاويتى ر د ب ، ر ه ج (١١) لأن ر ه ج (١٢) مساوية مع ر ه ب لقائمتين وزاويتا ر ه ب ، ر د ب متساويتان (١٣) لأنهما يوتران قوس (١٤) ر د ، ر ه (١٥) وهما متساويتان (١٦) لأنهما من القطب إلى نقطتين متساويتى

---

(١) سا : ل ط ، ب ل – وفى د : ب ط ر ب – وفى ف : ل ب ط

(٢) سا : غير موجود .

(٣) د : ر ط

(٤) سا : وهى المقاطعة .

(*) نظرية (١٤) عند عبور نقطتين من دائرة البروج متساويتى البعد عن إحدى نقطتى الاعتدالين تكون الزاوية بين دائرة البروج ونصف النهار واحدة فى الحالتين (مع مراعاة قياس الزاويتين فى اتجاه واحد) .

البرهان : فى شكل (٣٤) أ ب ح معدل النهار ، د ب ه البروج حيث ب نقطة الإعتدال نأخذ نقطتى ع ، ط على البروج بحيث يكون ب ع = ب ط فإذا كان ر هو قطب معدل النهار فإن دائرة ر ل ع هى نصف النهار عند عبور نقطة ع ودائرة ر ط ل هى نصف النهار عند عبور نقطة ط والمطلوب إثبات أن ر ع̂ ب = ر ط̂ ه

حيث أن نقطتى ع ، ط متساويتى البعد عن نقطة الاعتدال .

∴ ميلاهما متساويان ومطالعهما متساويان ∴ ل ع = ط ل ، ل ب = ل ب

فى المثلثين ل ع ب ، ل ط ب : ل ع = ط ل ، ل ب = ل ب ، ب ع = ب ط (فرضا) .

∴ المثلثان متساويان وينتج أن ل ع̂ ب = ل ط̂ ب = ر ط̂ ه وهو المطلوب .

(٥) سا ، د : المتساويين .

(٦) سا : غير موجود .

(٧) د : الواقعان .

(٨) سا ، د : دائرتين .

(٩) سا ، د : لنصف .

(١٠) د : متساويتان .

(١١) ف : ر د ب ، د ه ح – وفى سا ، د : ر د ب ، ر ه ع .

(١٢) سا ، د : ر ه ع .

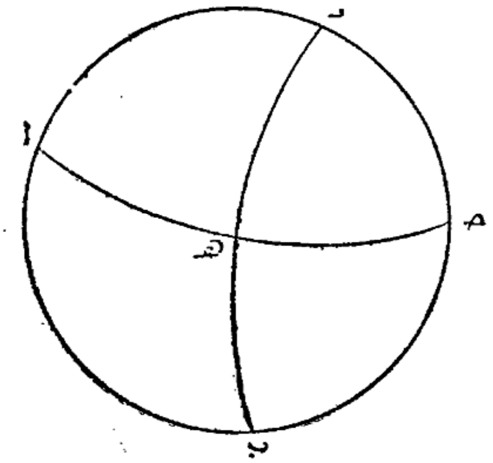
(١٣) سا : متساويتان لأن ح ر ه متساويتان – وفى د : متساويتان لأن د ر ه متساويتان .

(١٤) سا ، د : قوس .

(١٥) سا : د ه .

(١٦) [يوتران قوسى ر د ، ر ه وهما متساويتان] : فى هامش ب – وفى سا ، د : متساويان

الميل فهما تماما ميل واحد . « يا » وأيضا فلنبين أن زاويتى المنقلبين عن نصف النهار قائمتان فليكن آب حـ د لنصف النهار و : أ هـ حـ لنصف المائل و : أ المنقلب الشتوى ونجعل أ (١) قطبا وندير دائرة (٢) د هـ ب على بعد ضلع المربع ويكون قوس د هـ ربع



شكل (٣٦)

(**) نظرية (١٥) عند عبور نقطتين من دائرة البروج متساويتى البعد عن إحدى نقطتى الإنقلابين فإن مجموع الزاويتين بين البروج ونصف النهار يكون ١٨٠° (مع مراعاة قياس الزاويتين فى اتجاه واحد) .

البرهان فى شكل (٣٥) ليكن أ ب حـ دائرة البروج ونقطة ب إحدى نقطتى الإنقلابين ولنأخذ نقطتى د ، هـ على البروج على بعدين متساويين من نقطة ب أى أن ب د = ب هـ – ولنفرض أن ر قطب معدل النهار فيكون ر د نصف النهار عند عبور نقطة د ، ر هـ نصف النهار عند عبور نقطة هـ وتكون زاويتا التقاطع (مع مراعاة الإتجاه) هما ر د هـ ، ر هـ حـ .

والمطلوب إثبات أن ر د̂ هـ + ر هـ حـ = ١٨٠°

حيث أن نقطتى د ، هـ متساويتى البعد عن نقطة الإنقلاب .

∴ ميلاهما متساويان . ∴ ر د = ر هـ = ٩٠ – الميل

فى المثلثين ر د ب ، ر هـ ب : ر د = ر هـ ، ب د = ب هـ ، ر ب مشترك .

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن ر د̂ ب = ر هـ̂ ب

لكن ر هـ̂ ب = ١٨٠ – ر هـ̂ حـ ∴ ر د̂ ب + ر هـ̂ حـ = ١٨٠ وهو المطلوب

(١) د : ونجعلها .

(٢) د : غير موجوده .

دائرة لأنه(١) يمر (٢) على قطبه وعلى قطب البروج دائرة أ ب حـ د فـ : د أ هـ (٣) قائمة (*) وبذلك نعرف الزاوية الصيفية «يب» وليكن في مثل(٤) ذلك أ ب حـ د لنصف النهار (٥) و : أ هـ حـ (٦) نصف (٧) دائرة معدل النهار (٨) و : أ ر ج (٩) نصف دائرة البروج و : أ الاستواء (١٠) الخريفي وعلى قطبه (١١) نصف دائرة ب ر د هـ (١٢) فلأن دائرة أ ب حـ د تمر (١٣) على قطبي دائرة ب هـ د وقطبي (١٤) دائرة أ هـ حـ فيكون أ هـ ، هـ د كل واحد على القطبين فيكون أ هـ ، هـ د كل واحد (١٥) منها ربع دائرة فـ : ر هو المنقلب الشتوي و : ر هـ معلوم فجميع ر د

---

(١) ف ، سا : لأنها .

(٢) ف ، سا : تمر .

(٣) سا ، د : [و : ر أ هـ] .

(*) نظرية (١٦) : عند عبور إحدى نقطتي الانقلابين تكون الزاوية بين دائرة البروج ودائرة نصف النهار قائمة .

البرهان في شكل (٣٦) أ ب حـ د دائرة نصف النهار ، أ هـ حـ دائرة البروج حيث أ الانقلاب الشتوي في حالة عبور لدائرة نصف النهار .

والمطلوب إثبات أن زاوية أ = ٩٠°

نرسم القوس د هـ ب التي قطبها نقطة أ .

∴ أ د̂ هـ = أ هـ̂ د = أ ب̂ هـ = ٩٠°

∴ حـ د̂ هـ = حـ هـ̂ د = حـ ب̂ هـ = ٩٠

∴ نقطة حـ أيضا قطب دائرة د هـ ب .

∴ حـ د = د ا = ٩٠ ∴ نقطة د قطب البروج أ هـ حـ

∴ أ = ٩٠ وهو المطلوب .

(٤) سا : ميل .

(٥) [أ ب حـ د لنصف النهار] : غير موجود في د .

(٦) د : أ هـ ح .

(٧) د : مكرر .

(٨) [أ ب حـ د لنصف النهار و : أ هـ حـ نصف دائرة معدل النهار] : غير موجود في سا .

(٩) سا : أ هـ ع حـ وفي د : أ ر ع

(١٠) ف : والاستواء .

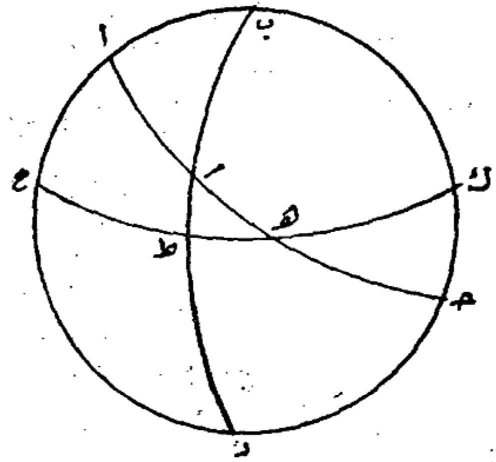
(١١) د : قطب .

(١٢) د : ب أ هـ و

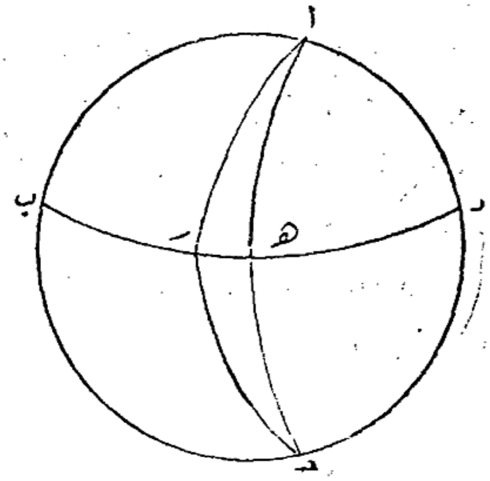
(١٣) سا : مرت .

(١٤) [دائرة ب هـ د وقطبي] : غير موجود في سا .

(١٥) [على القطبين فيكون أ هـ ، هـ د كل واحد] : في هامش ب .



شكل (٣٨)



شكل (٣٧)

معلوم ويوتر زاوية ر أ د فهي والباقية معلومة (١) (**) . وأيضا فليكن (٢) في هذا الشكل ب ر د نصف دائرة البروج و : ب ر السنبلة و : ر النقطة (٣) الخريفية و : أ ر هـ حـ نصف دائرة معدل النهار وعلى قطب أ (٤) نصف دائرة من الكبار وهى

---

(١) ب : المعلومة .

(**) نظرية (١٧) عند عبور إحدى نقطتى الاستوائين تكون الزاوية بين دائرة البروج وبين دائرة نصف النهار = ٩٠ + الميل الأعظم أو ٩٠ − الميل الأعظم .

(لم يذكر إبن سينا نص النظرية صراحة وإنما بدأ البرهان مباشرة) .

البرهان : فى شكل (٣٧) ليكن أ ب حـ د دائرة نصف النهار ، أ هـ حـ دائرة معدل النهار ، أ ر حـ دائرة البروج حيث أ نقطة الإستواء الخريفى عند العبور .

نرسم دائرة ب ر د هـ التى قطبها نقطة أ .

∵ دائرة نصف النهار أ ب حـ د تمر على قطبى دائرة ب هـ د وعلى قطبى دائرة معدل النهار أ هـ حـ .

∴ قطبى أ ب حـ د يقعان على دائرتى أ هـ حـ ، ب هـ د

∴ نقطة هـ هى أحد القطبين .

∴ أ هـ = هـ د = ٩٠

لكن أ ر = ٩٠ ونقطة أ هى الاستواء الخريفى فتكون نقطة ر هي المنقلب الشتوى

∴ ر د = ٩٠ + الميل الأعظم .

∴ ر $\hat{أ}$ د = ٩٠ + الميل الأعظم ، ر $\hat{أ}$ ب = ٩٠ − الميل الأعظم وهو المطلوب

(٢) ف : فى الهامش .

(٣) سا ، د : غير موجود .

(٤) د : غير موجود .

ك ﻫ ط ح فقد مر أ ب ﺣ د (١) على قطبى دائرتى أ ر ﺣ ، ك ط ح (٢) وكل واحد من (٣) أ ح ، ﻫ ح (٤) ربع دائرة و : أ ﻫ لا محالة ربع دائرة (٥) فيكون (٦) نسبة جيب ب أ إلى جيب أ ح وهما معلومان مؤلفة من نسبة جيب ب ر (٧) إلى جيب ر ط (٨) ومن نسبة (٩) جيب (١٠) ﻫ ط إلى جيب ﻫ ح ، ب ر السنبلة معلوم والطالع وهو ط معلوم (١١) ف : ر ط معلوم و : ﻫ ح الربع (١٢) معلوم ف : ﻫ ط (١٣) وهو المطلوب معلوم ، ﻫ ك معلوم فجميع ك ﻫ ط معلوم فزاوية ك ب ط معلومة (*)

---

(١) د : ا ب ع د .

(٢) ف : ا ر د ، ك ط ع .

(٣) [وكل واحد من] : غير موجود فى سا ، د .

(٤) ف : ا ع ، ﻫ ﺣ — وفى سا ، د : [ف : ا ع ؛ ﻫ ع] .

(٥) [و : ا ﻫ لا محالة ربع دائرة] : غير موجود فى سها .

(٦) سا ، د : ولتكن .

(٧) د : ى ب .

(٨) د : ى ط .

(٩) [ومن نسبة] : غير موجود فى سا ، د .

(١٠) سا ، د : وجيب .

(١١) [والطالع وهو ط معلوم] : فى هامش ب ، ف

(١٢) سا : الرابع .

(١٣) ب : [و : ﻫ ط]

(*) تعيين الزاوية بين دائرة البروج ونصف النهار عند عبور نقطة معينة من البروج :

فى شكل (٣٨) ليكن ا ب ﺣ د دائرة نصف النهار ، ب ر د دائرة البروج ، ا ر ﻫ ﺣ معدل النهار حيث نقطة ر الإستواء الخريفى وليكن ب و برج السنبلة عند عبور أول البرج وهو نقطة ب والمطلوب تعيين زاوية ﺣ ب ر .

نرسم الدائرة ك ﻫ ط ع التى قطبها نقطة ا .

∵ دائرة ا ب ﺣ د تمر على قطبى دائرة ا ر ﺣ وقطبى دائرة ك ط ع .

∴ ا ع = ﻫ ع = ٩٠

فى الشكل القطاع ع ب ر ﻫ ع :

$$\frac{\text{حا ب ا}}{\text{حا ا ع}} = \frac{\text{حا ب ر}}{\text{حا ر ط}} \times \frac{\text{حا ﻫ ط}}{\text{حا ﻫ ع}} \quad (\text{نظرية } ١٠)$$

لكن ب ا = ميل نقطة ب ، ا ع = ٩٠ ، ب ر = ٣٠ ، ﻫ ع = ٩٠

وبما أن الطالع ط معلوم ∴ ر ط معلوم

∴ يمكن معرفة ﻫ ط أى نعرف القوس ك ﻫ ط

أى أن ك ب̂ ط تصبح معلومة وهو المطلوب

وهى المطلوب (١) ويكون زاوية العقرب معلومة وزاويتا (٢) الثور والحوت الباقيتان (٣) عن قائمتين معلومتين وأيضا إن أنزل (٤) ر ب (٥) أجزاء أخرى من النقطة الخريفية (٦) علمت الزاوية وعلم مقابلها فى الجهة الأخرى من النقطة (٧) ومقابلها (٨) من جهة المنقلب فعلمت الزوايا كلها .

فصـــل

فى معرفة الزوايا التى تحدث من تقاطع دائرتى البروج والأفق (٩)

أما الزوايا الحادثة عن المائل وأفق (١٠) الاستواء فيبين (١١) أنها تكون كالتى عن المائل ونصف النهار ، وأما التى فى العروض (١٢) فنقول إن الزاوية التى تحدث عن الأفق، وقوس من المائل لها بعد محدود من نقطة استوائية (١٣) والقوس طالعة مساوية لنظيرتها التى تحدث عن الأفق وقوس من المائل (١٤) لها ذلك البعد عن تلك النقطة بعينها والقوس (١٥) تحت الأرض «يد» فليكن أ ب ح د لنصف النهار

وبالمثل لو اعتبرنا نقطة ب أى درجة أخرى من درجات البروج يمكننا معرفة الزاوية المطلوبة .

(١) د : المطلوبة .

(٢) ب ، د : زاويتى .

(٣) ب ، د : الباقيتين .

(٤) سا : لم يزل

(٥) [أنزل ر ب] : غير واضح فى ف .

(٦) سا ، د : غير موجود .

(٧) سا : القطة .

(٨) سا ، د : ومقابلة .

(٩) [فصل فى معرفة الزوايا التى تحدث من تقاطع دائرتى البروج والأفق] : غير موجود فى سا ، د .

(١٠) د : واقف .

(١١) ب ، سا ، د : فبين .

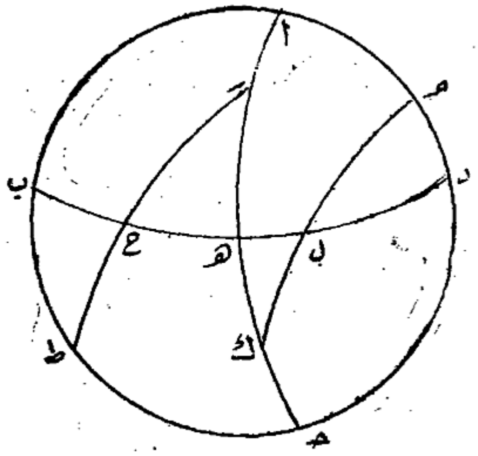
(١٢) سا ، د : العرض .

(١٣) د : استوابية .

(١٤) [بعد محدود من نقطة استوائية والقوس طالعة مساوية لنظيرتها التى تحدث عن الأفق وقوس المائل] : مكررة فى هامش ف

(١٥) د : فالقوس .

و : أ هـ حـ معدل النهار و : ب هـ د الأفق و : م ل ك (١) قوس من المائل فوقانية (٢)
و : ر ح ط أخرى تحتانية (٣) مساوية له (٤) و : ر نقطة الاستواء (٥)
الخريفي (٦) طالعة و : ك هي بعينها تحت الأرض فنقول إن زاويتي (٧)
هـ ح ر ، هـ ل ك متساويتان (٨) وذلك لأنه قد تبين أن مثلثي هـ ل ك ، ر هـ ح (٩)



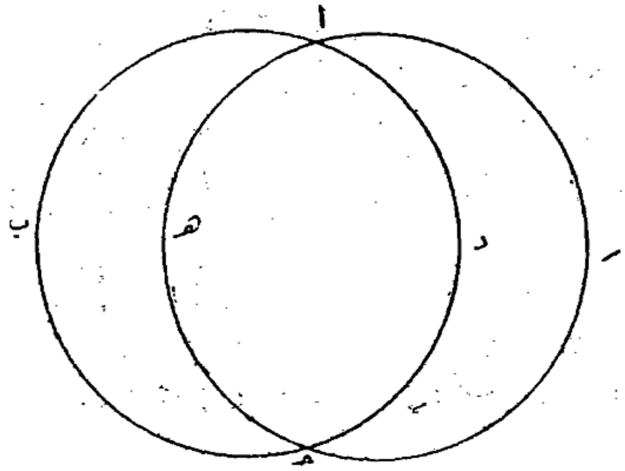
شكل (٣٩)

متساويا (١٠) الأضلاع والزاوايا وأنه (١١) لا خلاف بين أن يجعل (١٢) قوس (١٣)

---

(١) د : [و : م ل ا د] .
(٢) سا : غير واضح .
(٣) سا : غير واضح .
(٤) ب : لها - وفي د : ل .
(٥) ف : الإستوائية .
(٦) ف : الخريفية .
(٧) د : زاويتي هـ ع ر ، م ل د متساويان لأن
(٨) [أن زاويتي هـ ع ر ، هـ ل ك متساويتان] : مكرر في سا .
(٩) ب : هـ ل ك ، هـ ع ر .
(١٠) د : متساويتي .
(١١) ب : وأن .
(١٢) سا : نجعل
(١٣) ب : غير موجود - وفي ف : في الهامش

هـ ك قوسا غير قوس هـ ر بل مساوية لها وبين أن يجعلها (١) هى بعينها غاربة(٢).(*) .
«يه» وأيضا كل نقطتين متقابلتين (٣) من المائل مع الأفق فالزاوية (٤) الشرقية والغربية التى تقابلها (٥) من تحت مساويتان لقائمتين فليكن دائرة الأفق أ ب حـ د (٦) ودائرة المائل أ هـ جـ ر (٧) و يتقاطعان على أ ، حـ (٨) فلأن. زاويتى ر أ د ، د أ هـ



شكل (٤٠)

مثل(٩) قائمتين و : ر حـ د مساو ل : ر أ د فزاويتا د أ هـ ، د جـ ر منه(١٠) معادلتان

(١) سا : يجعلها
(٢) د : غازية — وفى ف : غير واضح
(*) نظرية (١٨) إذا أخذنا قوسين متساويين من دائرة البروج على جانبى إحدى نقطتى الاعتدالين فإن الزاوية بين الأفق وبين أحد القوسين عندما يكون فوق الأفق تساوى الزاوية بين الأفق وبين القوس الأخرى عندما يكون تحت الأفق .

البرهان : فى شكل (٣٩) ليكن ا ب حـ د دائرة نصف النهار ، ا هـ حـ دائرة معدل النهار ، ب هـ د الأفق ، ر ع أحد القوسين فوق الأفق ، ك ل القوس الأخرى تحت الأفق

وليكن هذان القوسان على جانبى إحدى نقطتى الاعتدالين (الإعتدال الخريفى مثلا) ويمثلها نقطة ك تحت الأفق ونقطة ر فوق الأفق

فى المثلثين ر ع هـ ، ك ل هـ أ : ر ع = ك ل (فرضا) ، ل هـ = هـ ع = سعة المشرق ، ر هـ = هـ ك (المطالع)

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن $\hat{ع} = \hat{ل}$ وهو المطلوب

ملحوظة : البرهان فى المخطوط غير واضح

(٣) سا : مقابلتين — وفى د : غير واضح
(٤) ف ، سا : بالزاوية (٥) د : يقابلها
(٦) فى هامش ف : ا هـ حـ ر
(٧) ب : [و : ا هـ حـ ر المائل] بدلا من [و دائرة المائل ا هـ حـ ر]
(٨) ف ، سا ، د : ا ، ع
(٩) سا : غير موجود (١٠) سا : غير موجود

لقائمتين (**) وإذ (١) كانت الزوايا التي تكون عند نقط (٢) متساوية البعد عن (٣) الاستواء وعند أفق (٤) واحد (٥) طالعة وغاربة واحدة (٦) متساوية فالزاوية الشرقية والغربية مجموعتين (٧) من كل نقطتين متساويتي (٨) البعد عن انقلاب واحد مساويتان لقائمتين وأعني بالزاوية الشرقية الشمالية التي في جهة المشرق والغربية الشمالية التي في جهة المغرب فإذا علمت الشرقية علمت الغربية لأنها ما بقي بعد قائمتين وقد يمكنك أن تفهمها (٩) من أشكال أول (١٠) هذا الباب فإن نقطة ح تحد (١١) بعدا (١٢) من المنقلب يحده (١٣) نقطة ل بعينها وكانت زاوية ر ح ه (١٤) مثل زاوية ه ل ك تبقى د ل ك (١٥) الغربية مع ر ح ه (١٦) مثل قائمتين إذ (١٧) كانت

(**) نظرية (١٩) : عند نقطتي تقاطع دائرة البروج مع الأفق يكون :

زاوية التقاطع عند إحداها مقاسة فوق الأفق + زاوية التقاطع عند الأخرى مقاسة تحت الأفق = ١٨٠°

البرهان : في شكل (٤٠) ليكن ا ب حـ د الأفق ، ا ه حـ ر البروج ، ونقطتي التقاطع هما ا ، حـ

والمطلوب إثبات أن د $\hat{ا}$ ه + د $\hat{حـ}$ ر = ١٨٠°

ر $\hat{ا}$ د + د $\hat{ا}$ ه = ١٨٠° لكن ر $\hat{ا}$ د = ر $\hat{حـ}$ د

∴ ر $\hat{حـ}$ د + د $\hat{ا}$ ه = ١٨٠° وهو المطلوب

(١) ف ، سا ، د : وإن

(٢) ف ، سا ، د : نقطة

(٣) د : عند

(٤) [وعند أفق] : غير موجود في سا

(٥) سا : أو أحد

(٦) سا : واحد

(٧) ب : مجموعتان – وفي سا : مجموعين

(٨) د : متساوية

(٩) ف ، د : تفهمهما

(١٠) د : غير موجود

(١١) سا : بعد

(١٢) سا : بعد ا

(١٣) ف : غير واضح – وفي سا : يجده

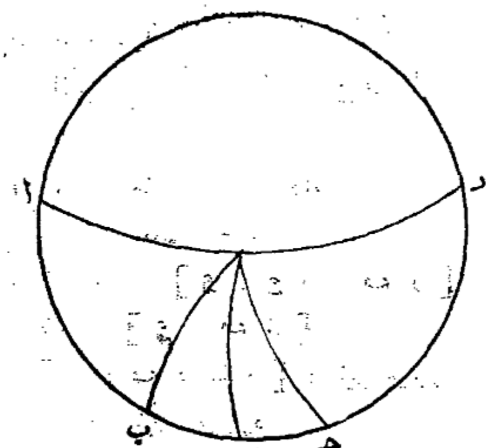
(١٤) ف : ب حـ ه – وفي د : ر ه حـ

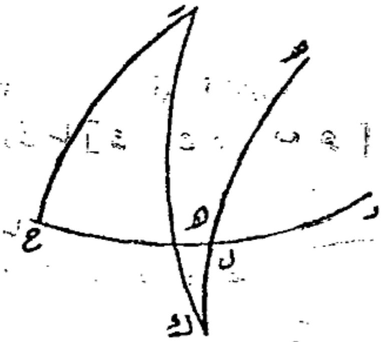
(١٥) سا ، ف : م ل ك – وفي د : ب ل ك

(١٦) ف : ر ه ع – وفي سا : ر حـ ه

(١٧) د : إذا

مع ه ل ك(١) مثل قائمتين (***) . «يو» فلنرسم حيث يكون ارتفاع (٢) القطب (٣) لو (٤) دائرة أ ب حـ د لنصف النهار و : أ هـ د شرق الأفق و : هـ ر ربع معدل النهار و : ب هـ ربع المائل على أن هـ النقطة الخريفية و : هـ حـ (٥) ربع المائل على أن هـ النقطة الربيعية فتكون (٦) جـ الشتوية و : ب الصيفية وقوس د ر معلومة (٧)


شكل (٤٢)


شكل (٤١)

(١) سا : هـ ل

(***) نظرية (٢٠) عند شروق أو غروب نقطتين متساويتي البعد عن إحدى نقطتي الاعتدالين يكون مجموع زاويتي تقاطع البروج مع الأفق = ١٨٠° باعتبار إحدى الزاويتين فوق الأفق والأخرى تحت الأفق وفي نفس الاتجاه

البرهان : في شكل (٤١) ليكن د هـ ب الأفق ، ونقطتا ع ، ل متساويتا البعد عن نقطة الاعتدال ، ولتكن ك نقطة الاعتدال عندما كانت ع على الأفق ، ونفس النقطة عندما كانت ل على الأفق والمطلوب إثبات أن ر ع^هـ + د ل^ك = ١٨٠°

من نظرية (١٨) وجدنا أن ر ع^هـ = هـ ل^ك

لكن هـ ل^ك = ١٨٠° − د ل^ك

∴ ر ع^هـ + د ل^ك = ١٨٠° وهو المطلوب

(٢) ف : في الهامش

(٣) سا ، د : [القطب ارتفاع] بدلا من [ارتفاع القطب]

(٤) د : كو

(٥) ف ، سا ، د : هـ ح

(٦) سا ، د : فيكون

(٧) ب ، د : معلوم

لأنها(١) ما تبقى(٢) بعد طرح(٣) ارتفاع القطب و : حـ ر ، ب ر(٤) معلومان لأنها غاية الميل فـ : جـ د معلوم و : ب د(٥) معلوم(٦) و : هـ قطب نصف(٧) النهار فهذه الزوايا الواقعة عنده(٨) كلها معلومة فزاويتا(٩) مبدأ الميزان والحمل معلومتان(١٠)(*) ويرم ولنطلب مثلا أن نعلم زاوية(١١) الثور الشرقية وليكن أ ب حـ د دائرة نصف النهار(١٢) وليكن ب هـ د نصف الأفق الشرقي و : أ هـ حـ(١٣) نصف دائرة البروج وليكن هـ أول الثور وقد تبين في هذا الإقليم وهذا المطلع على ما نعلمه(١٤) أن الوتد الأرضي يكون(١٥) يرما(١٦) من السرطان فقوس هـ حـ(١٧) إذن

---

(١) ب ، سا ، د : لأنه

(٢) سا : مايبقى (٣) سا : في الهامش

(٤) ف ، د : [و : ع ر ، ب ر] – وفي سا [و : ع ر ، ب و]

(٥) ف : [و : ب ل]

(٦) [و : ب د معلوم] : غير موجود في سا

(٧) سا : غير موجود (٨) سا ، د : عند و

(٩) ف ، سا ، د : فزوايا

(١٠) سا ، د : معلومان – وفي ف : معلومات وفي الهامش (معلومة)

(*) تعيين الزاوية بين البروج والأفق عند شروق أو غروب إحدى نقطتي الاعتدالين

نفرض أ ب حـ د نصف النهار ، أ و د الأفق حيث و إحدى نقطتي الإعتدالين ، و ر معدل النهار (شكل ٤٢) . وليكن و ب البروج إذا كانت و الإعتدال الخريفي فتكون نقطة ب المنقلب الصيفي . وليكن و حـ البروج إذا كانت هـ الاعتدال الربيعي فتكون نقطة حـ المنقلب الشتوي . والمطلوب تعيين زاويتي ب و د ، حـ و د

البرهان : قوس د ر = الزاوية بين معدل النهار وبين الأفق = ٩٠ – العرض

، حـ ر = ب ر = الميل الأعظم

∴ حـ د = د ر – حـ ر = ٩٠ – العرض – الميل الأعظم

، ب د = د ر + ب ر = ٩٠ – العرض + الميل الأعظم

وحيث أن و قطب نصف النهار

∴ حـ د = حـ و̂ د ، ب د = ب و̂ د وهو المطلوب

(١١) سا : أن زاوية

(١٢) د : غير موجود

(١٣) سا ، د : [و : أ و د] – وفي ف : غير واضح

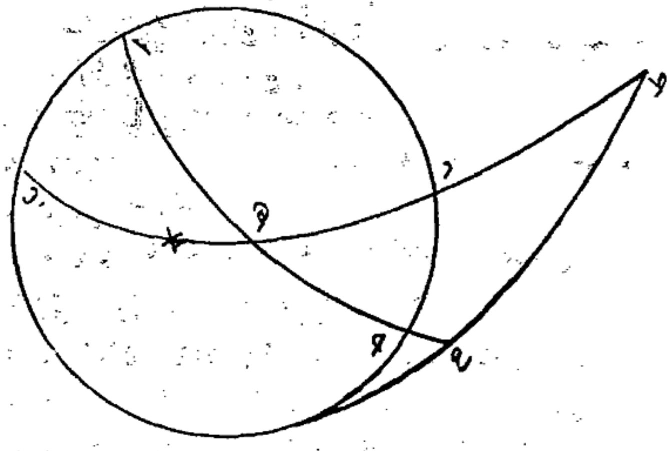
(١٤) سا : ما نعلمه

(١٥) سا : غير موجود

(١٦) سا : يريا – وفي د : قرما

(١٧) ف ، سا ، د : و د

أقل من الربع فلنعمل على قطب ه (١) ويبعد (٢) ضلع المربع وهو ه ر قطعة ط ج ر(٣) ولنتمم(٤) ه ج ح ربع دائرة فيكون قوسا د ج ر : ط ح ر ربعين إذ أفق ب ه ط يمر بقطبي ر ج د ، ر ح ط (٥) لأن ه قطب ر ح ط ثم دائرة الأفق مارة على قطب دائرة نصف النهار كما أن دائرة نصف النهار مارة على قطب الأفق لا محالة فيكون قطب ر ج د على أفق ب ه د وميل ج عن معدل النهار معلوم وبعد معدل النهار عن نقطة ر وهي سمت الرجل معلوم فمجموعها وهو ج ر (٦) معلوم فالباقي وهو ج د (٧) معلوم . وأيضا (٨) نقطة (٩) ح وهي على تسعين جزءا(١٠) من ه(١١)معلومة وبعدها عن معدل النهار معلوم وبعد (١٢)معدل النهار عن ر معلوم لأن ارتفاع القطب معلوم (١٣) و : ر قطب الأفق من تحت (١٤) وهي سمت



(شكل ٤٣)

---

(١) د : قطب ه (٢) سا : يبعد

(٣) سا ، د : ط ح (٤) د : وليتم

(٥) سا ، د : ر ح د ، ر ح ط

(٦) [من معدل النهار معلوم وبعد معدل النهار عن نقطة ر وهي سمت الرجل معلوم فمجموعهما وهو ح ر] : غير موجود في سا ، د

(٧) ف ، سا ، د : ح ر

(٨) سا ، د : [وأيضا ارتفاع القطب معلوم فبعد ل من الأفق معلوم]

(٩) د : ونقطة ح وفي سا : ونقطة ونقطة .

(١٠) سا ، د : غير موجود .

(١١) سا : [مره] بدلا من [من ه] .

(١٢) سا ، د : فبعد .

(١٣) [لأن ارتفاع القطب معلوم] : في هامش ب .

(١٤) د : كب .

الرجل يبقى (١) قوس ر ح معلومة(٢) .. فقوس ر ح معلومة تبقى قوس ح ط معلومة (٣) ونسبة جيب هـ د إلى جيب د ط مؤلفة من نسبة جيب هـ ح إلى جيب ح ح (٤) ومن (٥) نسبة (٦) جيب (٧) ر ح إلى جيب ر ط لكن قوس هـ د (٨) هي ما تبقى (٩) من الربع بعد طرح سعة المشرق (١٠) وهي (١١) قوس الأفق لأول (١٢) الثور بالبلد و : د ط تمام تسعين منه و : هـ ح ، ح ح (١٣) معلومان و : ر ط معلوم فيصير ر ح معلوما (١٤) فيبقى ح ط (١٥) معلوما وذلك بالجنوب فتصير زاوية ح هـ ط (١٦) معلومة (*) .

(١) [وهي سمت الرجل يبقى] : في هامش ف .

(٢) [وهي سمت الرجل يبقى قوس ر ح معلومة] : في هامش ب .

(٣) [فقوس ر ح معلومة تبقى قوس ح ط معلومة] : غير موجود في ف ، سا ، د .

(٤) ف : ر ح - وفي سا ، د : د ح .

(٥) سا ، د : غير موجود .

(٦) سا ، د : ونسبة .

(٧) سا : غير موجود .

(٨) سا : ح د ، هـ د .

(٩) سا : هو ما يبقى - وفي د : وهو ما يبقى .

(١٠) سا ، د : المشرق الدرجة .

(١١) سا ، د : وهو .

(١٢) د : لأن .

(١٣) د : [و : هـ ح ، د ح] .

(١٤) [فيصير ر ح معلوما] : غير موجود في سا ، د .

(١٥) سا ، د : ح ط .

(١٦) ف : ح هـ د .

(*) تعيين الزاوية بين البروج والأفق عند شروق أو غروب نقطة معينة من البروج

نفرض أ ب ح د نصف النهار ، ب هـ د الأفق ، أ هـ ح البروج حيث هـ أي نقطة على البروج ولتكن أول برج الثور مثلا . والمطلوب معرفة زاوية ح هـ د .

البرهان : حيث أن هـ ليست إحدى نقطتي الإعتدالين فهي ليست في اتجاه الشرق تماما أو الغرب تماما .

∴ ب هـ ≠ هـ د ≠ ٩٠ ولكن هـ د < ٩٠

نرسم قوسا قطبه نقطة هـ ليقطع دائرة نصف النهار في نقطة ر وامتداد هـ ح في ح وامتداد الأفق ب هـ د في ط .

∵ قطب الأفق ب هـ د يقع على نصف النهار أ ب ح د ، ∴ هـ ر = ٩٠

∴ ر قطب الأفق وهو هنا سمت الرجل أي أن ر ط = ر د = ٩٠

∵ بعد هـ عن نقطة الاعتدال معروفة ،

∴ نعلم القوس بين نقطة الاعتدال والأفق في اتجاه معدل النهار

فصــل

فى معرفة الزوايا الحادثة من تقاطع دائرة البروج

والدائرة المارة بقطبى الأفق(١)

وفى (٢) بيان مقادير هذه الزوايا يتبين (٣) مقادير القسى الكائنة من الدائرة المارة بقطبى الأفق التى (٤) بين سمت الرأس وبين (٥) تقاطع هذه الدائرة والدائرة (٦) المائلة (٧) كما ترى عن قريب . «يح» ونقول (٨) كل قوسين متساويتى (٩) البعد عن انقلاب واحد متساويتى (١٠) الزمان أى متساويتى (١١)

∴ نعرف القوس بين نقطة الاعتدال ودائرة نصف النهار .

∴ يمكن معرفة ميل النقطة حـ وكذلك هـ حـ

لكن بعد نقطة ر عن معدل النهار معلوم = العرض

∴ حـ ر معلوم　　　　∴ حـ د = ٩٠ – حـ ر معلوم

وبالمثل نقطة ع تبعد ٩٠° عن نقطة هـ　　　　∴ بعدها عن معدل النهار معلوم

، ∵ بعد ر عن معدل النهار معلوم　　　　∴ ع ر يصبح معلوما .

والآن فى الشكل القطاع ط ر حـ هـ ط :

$$\frac{\text{حا هـ د}}{\text{حا د ط}} = \frac{\text{حا هـ حـ}}{\text{حا حـ ع}} \times \frac{\text{حا ر ع}}{\text{حا ر ط}}$$ (نظرية ١٠)

لكن هـ د = ٩٠ – سعة المشرق　　، د ط = ٩٠ – هـ د　　، هـ حـ معلوم ،

حـ ع = ٩٠ – هـ حـ　　، ر ط = ٩٠

∴ يصبح ر ع معلوما　　　　∴ ح ط = ٩٠ – ر ح معلوم

∴ ع هـ^ ط معلومة وهى نفسها حـ هـ^ د وهو المطلوب

(١) [فصل فى معرفة الزوايا الحادثة من تقاطع دائرة البروج والدائرة المارة بقطبى الأفق] : غير موجود فى سا ، د .

(٢) ب : ومن .

(٣) ف : يبين – وفى ب ، د : بيان .

(٤) ب : فيما .

(٥) ف : فى الهامش – وفى ب : وبين .

(٦) سا ، د : غير موجود .

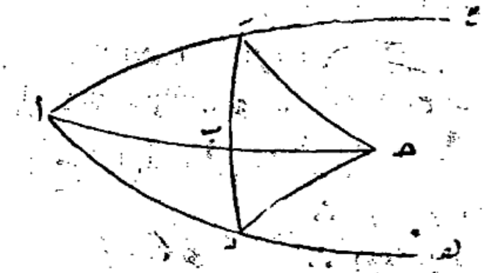
(٧) سا ، د : والمائلة .　　　　(٨) سا : فنقول .

(٩) ف : متساوى .

(١٠) ف ، د : متساوى .

(١١) د : لتساوى .

القوسين الموازيتين (١) المرتسمتين (٢) بحركتهما من النقطتين على جنبي نصف النهار شرقا] وغربا (٣) فللزاويتان (٤) اللتان من جهة واحدة معادلتان (٥) لقائمتين وقوسا السمت إليها متساويتان فليكن أب ح (٦) من نصف النهار و : ب نقطة سمت الرأس و : ج قطب معدل النهار وقطعتا أ د هـ ، أ ر ح (٧) من (٨) انقلاب واحد وهو من انقلاب أ و : ر ، د متساويتا (٩) البعد عن انقلاب أ بل من قطب ج وزمان ممر أ ر ، أ د واحد وقوسا ج ر ، ج د من قطب معدل النهار و : ب د ، ب ر من سمت الرأس (١٠) فلأن أر ، أد(١١) متساويان (١٢) فزاويتا ج متساويتان وضلعا



شكل (٤٢)

رج، ب ج(١٣) متساويان لضلعي دج ، جب(١٤) فقاعدتا ب ر، ب د متساويتان والزوايا

(١) سا ، د : المتوازيين .
(٢) د : المرتسمين .
(٣) [أى متساويتى القوسين الموازيتين المرتسمتين بحركتهما من النقطتين على جنبى نصف النهار شرقا وغربا] : فى هامش ب ، ف .
(٤) سا : والزاويتان .
(٥) د : معادلتان من واحدة معادلتان .
(٦) ف : ا ب ح - وفى سا : ا د .
(٧) د : [ا ، هـ ا ب ، ا د ح] .
(٨) سا ، د : : غير موجود .
(٩) ف : متساويا - وفى سا ، د : متساوى .
(١٠) د : الرأس متساويان .
(١١) [فلأن ا ر ، ا د] : غير موجود فى سا .
(١٢) ب ، سا : متساويتان .
(١٣) د : ر حـ .
(١٤) ف : حـ د ، حـ ب - وفى د : حـ د ، ب د .

المتناظرة متساوية وقد تبين فيما (١) مضى أن جـ د هـ ، جـ ر أ (٢) معادلتان لقائمتين ولكن ب د جـ مثل جـ ر ب (٣) نحصل (٤) ب ر أ ، ب د هـ (٥) معادلتان (٦) لقائمتين وذلك ما أردنا أن نبين (*) «يط» وأيضا كل نقطة (٧) من دائرة (٨) البروج تكون تارة شرقية عن (٩) نصف (١٠) النهار (١١) وتارة غربية ببعد سواء وأزمان سواء

---

(١) ف ، سا : بما – وفى د : بما .
(٢) سا : جـ ر .
(٣) سا : جـ ر ق .
(٤) سا : يحصل .
(٥) ف : د ر أ ، ب د هـ – وفى سا : د ر ، أ ب ، د هـ .
(٦) ف سا ، د : معادلتين .
(*) نظرية (٢٠) : إذا أخذنا نقطتين من دائرة البروج على بعدين متساويين من إحدى نقطتى الانقلابين فإن مجموع الزاويتين الحادثتين بين البروج وبين الدائرتين المارتين بالنقطتين وسمت الرأس = ١٨٠° إذا قيست الزاويتان فى اتجاه واحد .

البرهان : برهن ابن سينا هذه النظرية فى حالة خاصة عندما اعتبر نقطة الانقلاب فى حالة عبور لدائرة نصف النهار . فى شكل (٤٤) أخذ أ ب جـ دائرة نصف النهار حيث أ نقطة الانقلاب ، ب سمت الرأس ، جـ قطب معدل النهار ، ثم اعتبر أ ر ع ، أ د هـ جزءى البروج على جانبى نصف النهار حيث أ ر = أ د .

والمطلوب إثبات أن ب ر̂ أ + ب د̂ هـ = ١٨٠°

∵ أ ر = أ د ∴ ميلا نقطتى ر ، د متساويان ∴ جـ ر = جـ د

وكذلك زمن مر أ ر = زمن مر أ د ∴ أ جـ̂ ر = أ جـ̂ د

∴ ينطبق المثلثان ب ر جـ ، ب د جـ وينتج أن

ب ر = ب د ، ب ر̂ جـ = ب د̂ جـ

لكن جـ د̂ هـ + جـ ر̂ أ = ١٨٠° (نظرية ١٩)

∴ جـ د̂ هـ + جـ ر̂ ب + ب ر̂ أ = ١٨٠°

∴ جـ د̂ هـ + جـ د̂ ب + ب ر̂ أ = ١٨٠°

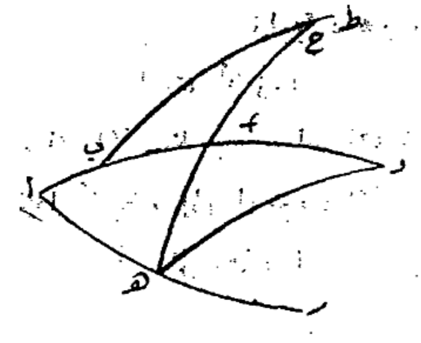
∴ ب د̂ هـ + ب ر̂ أ = ١٨٠° وهو المطلوب

(٧) سا ، د : نقطتين
(٨) سا ، د : غير موجود
(٩) ف ، سا ، د : من
(١٠) سا : غير موجود
(١١) [من النهار] : بين السطرين فى سا

فالقوسان (١) العظيمتان (٢) من سمت الرأس إليها سواء ومجموع زاويتي القوسين الشرقية الموصوفة والغربية (٣) التي تبادلها إلى جنوب المغرب (٤) مساو لضعف الزاوية الحادثة من (٥) النقطة عند نصف النهار إن كانت (٦) النقطتان المتوسطتان للسماء في الوقتين (٧) جميعا عن سمت الرأس شماليين (٨) أو جنوبيين (٩) ولنقولها (١٠) جنوبيين (١١) وليكن أ ب حـ د قطعة نصف النهار و ؛ حـ سمت الرأس و : د قطب معدل النهار وليكن أ هـ ر ، ب ح ط قطعتين (١٢) من المائل ونقطتا (١٣) هـ ، ح (١٤) تلك النقطة شرقية وغربية ولنخرج إليهما من حـ ، د (١٥) سمت الرأس والقطب قسي حـ هـ ، حـح ، د هـ ، دح (١٦) ويبين (١٧) بمثل ما مضى أن مثلثي د حـ ح ، د حـ هـ (١٨) متساويا (١٩) الزوايا (٢٠) والأضلاع بتساوي (٢١) زاويتي د ومساواة د هـ ل : د ح فيكون قاعدتا قوسي السمت وهما حـ هـ ، حـ ح متساويتين (٢٢)

---

(١) سا : والقوسان
(٢) سا : العظيمان – وفي د : العظمان .
(٣) د : غير واضح .
(٤) سا ، د : المغرب التي تبادلها .
(٥) ف ، سا ، د : عن .
(٦) ف ، سا : كانتا .
(٧) [النقطتان المتوسطتان للسماء في الوقتين] : غير موجود في سا .
(٨) سا : شماليتين .
(٩) سا : أو جنوبيتين
(١٠) سا : ولنزلها – وفي د : ولنبين .
(١١) سا : جنوبيتين – وفي د : غير واضح .
(١٢) سا ، د : قطعتان .
(١٣) سا : غير موجود .
(١٤) سا : [و : هـ ، ع]
(١٥) [حـ ، د] : غير موجود في سا ، د حـ وفي ف : غير واضح .
(١٦) ف : حـ هـ ، حـ ع ، د ط ، د ع
(١٧) سا : بين – وفي د : وبين .
(١٨) سا ، د : د حـ ع ، د ع هـ
(١٩) د : متساويان .
(١٠) د : غير موجود .
(٢١) سا ، د : لتساوى .
(٢٢) ب ، د : متساويتان .



شكل (٤٥)

وأقول (١) إن زاويتي جـ هـ ر ، جـ ح ب (٢) مساويتان (٣) لضعف د هـ ر الكائنة من نصف النهار لأن زاويتي د هـ ر ، د ح ب اللتين من تقاطع فلك البروج ونصف النهار على نقطة واحدة متساويتان وزاوية د هـ حـ مثل زاوية د ح جـ فزاويتا د هـ حـ ، جـ ح ب(٤) مثل زاوية د هـ ر فإذا أضيفتا(٥) إلى د هـ ر حتى صار جـ هـ ر ، جـ ح ب(٦) كان ضعف د هـ ر (*) . «لـ» ولنضع النقطتين شماليتين عن نقطة جـ كما في الشكل

---

(١) د : فأقول .
(٢) سا ، د : ح ـ ب
(٣) سا : متساويتان .
(٤) د : ح ح ب .
(٥) سا ، د : أضيفت .
(٦) د : ح ح ب .

(*) نظرية (٢٩) : إذا كان ا ب حـ ء نصف النهار ، هـ إحدى نقط البروج ناحية الشرق ، ا هـ ر موضع البروج في تلك اللحظة ، ح نفس النقطة ناحية الغرب بحيث تكون الزاويتان الساعيتان هـ د حـ ، ح د حـ متساويتان ، وكان ب ح ط موضع البروج في اللحظة الثانية . وإذا كانت نقطتا ا ، ب معا إلى الشمال أو الجنوب من سمت الرأس حـ فإن :

(ا) القوس حـ ح = القوس حـ هـ .

(ب) حـ هـ^ ر ... حـ ح^ ب = ٢ د هـ^ ر (إذا كانت ا ، ب جنوبيتان)

(حـ) ل ح^ ب + ل هـ^ ر = ٢ د هـ^ ر (إذا كانت ا ، ب شماليتان)

البرهان : (ا) في المثلثين حـ د هـ ، حـ د ح (شكلى ٤٥ ، ٤٦) :

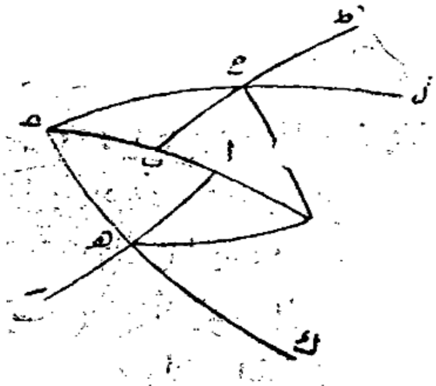
د هـ = د ح ، هـ د^ حـ = ح د^ حـ ، حـ د مشترك .

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن حـ هـ = حـ ح وهو المطلوب أولا .

(ب) في شكل (٤٥) حيث النقطتان ا ، ب معا إلى الجنوب من سمت الرأس :

د هـ^ ر = د ح^ ب ، د هـ^ حـ = د ح^ حـ من تساوى المثلثين .

الثانى من الشكلين (١) وهما أ ، ب فلأن زاوية د هـ ر هى (٢) د ح ب و : د هـ ك هى د ح ل لأنك تعلم بمثل ما علمت أن زوايا مثلثى د هـ ح ، د ج ح (٣) متساوية على التناظر تبقى د هـ ك (٤) مثل د ح ك (٥) فجميع ل ح ب (٦) مثل جميع د هـ ر ، د هـ ك فإذا أضيف إلى ل ح ب (٧) ك هـ ر الباقية من د هـ ر كان ضعف د هـ ر «كا» ولنضع فى مثل هذه الصورة إحدى النقطتين وهى الشرقية



(شكل ٤٦)

∴ د هـ̂ ح + ح ع̂ ح = د ع̂ ب = د ع̂ ب = د هـ̂ ر

∴ د هـ̂ ح + ح ع̂ ب + د هـ̂ ر = ٢ د هـ̂ ر

∴ ح هـ̂ ر + ح ع̂ ب = ٢ د هـ̂ ر وهو المطلوب ثانياً

(ح) فى شكل (٤٦) حيث النقطتان ا ، ب معا إلى الشمال من سمت الرأس ،

هـ هـ̂ ر = د ع̂ ب ، د هـ̂ ك = د ع̂ ل [لأن زوايا المثلثين د هـ ح ، د ع ح متساوية

اى ان د هـ̂ ح = د ع̂ ح اى ان د هـ̂ ك = د ع̂ ل حيث ل على امتداد ح ع ، ك على امتداد ح هـ]

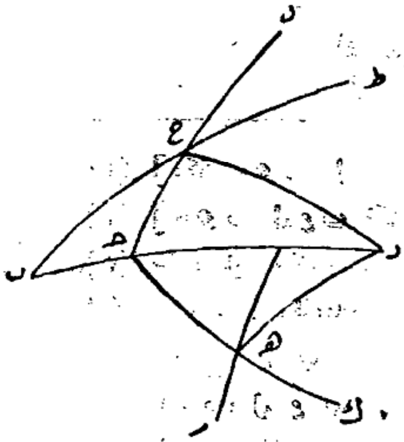
∴ ل ع̂ ب = د هـ̂ ك + د هـ̂ ر

∴ ل ع̂ ب + ك هـ̂ ر = د هـ̂ ك + د هـ̂ ر + ك هـ̂ ر = ٢ د هـ ر

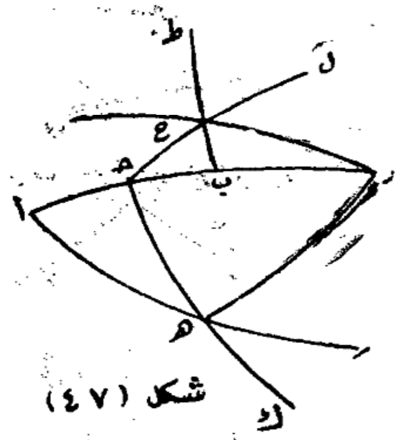
وهو المطلوب ثالثا

(١) [كا فى الشكل الثانى من الشكلين] : غير موجود فى سا ، د وبدلا منها [فى هذا الشكل]
(٢) سا : وهى .
(٣) ف : د هـ ع ، د ع ح .
(٤) سا ، ف : د هـ ر .
(٥) سا ، ف : د ح ل .
(٦) ف : ل ح ب ط وفى سا : ل ح ر
(٧) سا ، د : ك ح ب .

عن توسط السماء ولتكن (١) نقطة أ جنوبية من السمت والغربية عنه ولتكن نقطة ب شمالية منه (٢) فأقول إن زاويتى جـ هـ ر ، ل ح ب مجموعتين أعظم من ضعف د هـ ر بقائمتين لأن زاوية د هـ حـ مثل د ح جـ لتساوى أضلاع المثلثين على ماعلمت (٣) وزاوية (٤) د هـ حـ (٥) مع د ح ل (٦) مثل قائمتين و : د هـ ر هى د ح ب لأنهما الزاويتان



شكل (٤٨)



شكل (٤٧)

الموصوفتان وقد حدثتا من تقاطع قسى القطب (٧) ونقط بأعيانها من البروج فى الجنبتين (٨) فنضيف (٩) د هـ ر إلى د هـ حـ (١٠) ، د ح ب (١١) إلى د ح ل فيكون ضعف د هـ ر وهو د هـ ر ، د ح ب (١٢) أضيف إلى مجموع د هـ حـ (١٣)، د ح ل وهما

---

(١) سا ، د : لتكن .
(٢) سا ، د : غير موجود .
(٣) [على ما علمت] : فى هامش ب ، ف .
(٤) سا ، د : فزاوية
(٥) د : د و ع
(٦) د : حـ ع ل
(٧) سا : لقطب
(٨) سا : الجنبتين
(٩) د : فنضف
(١٠) سا : د و ع
(١١) سا : [و : د و ، ع ب]
(١٢) سا : [د و ر ، ر د ع ب]
(١٣) سا ، د : د و ع

معادلتان لقائمتين فكان جـ هـ ر ، ل ح ب (١) فكان (٢) جميعه ضعف (٣) د هـ ر وقائمتين (٤) فإذن جـ هـ ر ، ل ح ب تفضل على ضعف د هـ ر وهو د هـ ر ، د ح ب (٥) بمعادلتين لقائمتين وهما د هـ حـ ، ل ح د (٦) «كب» وأما إذا (٧) كان بالعكس فكانت نقطة أ (٨) شمالية و : ب جنوبية كانت زاويتا ك هـ ر ، جـ ح ب مجموعتين أصغر من ضعف د هـ ر بقائمتين لأن ضعف د هـ ر (٩) وهو د هـ ر ، د ح ب لأنهما متساويتان وفضل هذا (١٠) الضعف على ك هـ ر ، جـ ح ب مجموعين (١١) هو جـ ح د ، د هـ ك وهما معادلتان لقائمتين كما (١٢) عرفت (*) .

---

(١) [فكان حـ هـ ر ، ل ع ب] : في هامش ب

(٢) [حـ هـ ر : ل ع ب فكان] : في هامش ف – وفي ذ : غير موجود

(٣) سا : غير واضح .

(٤) سا ، د : وقائمتان

(٥) د : ح ى ب

(٦) سا ، د : ل ع ب

(٧) سا ، د : إن

(٨) سا : غير موجود

(٩) [بقائمتين لأن ضعف د هـ ر] : غير موجود في ب ، ف

(١٠) د : غير واضح

(١١) سا : مجموعتين

(١٢) د : بما

(*) نظرية (٢٢) : في نظرية (٢١) إذا كان أ ، ب على جانبي سمت الرأس فإن :

(أ) إذا كانت نقطة أ المتصلة بالنقطة الشرقية هـ لا تقع إلى جنوب سمت الرأس ، ونقطة ب المتصلة بالنقطة الغربية ع تقع إلى شمال سمت الرأس يصبح

حـ هـ^ ر + ل ع^ ب = ٢ د هـ^ ر + ٢ ى (شكل ٤٧ أ)

(ب) إذا كانت أ إلى الشمال ، ب إلى الجنوب يصبح .

ك هـ^ ر + حـ ع^ ب = ٢ د هـ^ ر – ٢ ى (شكل ٤٨)

البرهان : (أ) د هـ^ حـ = د هـ^ ع (من تساوي المثلثين)

لكن د ع^ ل + د ع^ حـ = ٢ ى ∴ د ع^ ل + د هـ^ حـ = ٢ ى

لكن د هـ^ ر = د ع^ ب

∴ د هـ^ حـ + د ع^ ل + د هـ^ ر + د ع^ ب = ٢ ى + د هـ^ ر + د ع^ ب

= ٢ ى + ٢ د هـ^ ر

وكذا وقد(١) تسهل(٢) من هذه البيانات كيفية وجود السبيل إلى معرفة(٣) الزوايا الحادثة من المائلة والمارة على سمت الرأس ومعرفة(٤) القسى المفرزة(٥) في هذه الدائرة إذا(٦) كانت الزوايا(٧) أو(٨) القسى التي على دائرة نصف النهار ودائرة(٩) الأفق(١٠) معلومة وليكن(١١) المطلوب أولا معرفة الزوايا الواقعة منها أعنى من السمتية والمائلة على الأفق مثال ذلك ليكن دائرة أ ب حـ د لنصف النهار و: ب هـ د للأفق (١٢) و: أ سمت الرأس وقطب الأفق و: ر هـ ح قطعة من المائل مفروضة معلومة الحدود وارتفاع القطب (او) وإذا كان ر نقطة درجة وسط (١٣) السماء فدائرة أ ب حـ هي دائرة سمت الرأس بعينها (١٤) المارة على ر فلأن نقطة ر مفروضة ر فزاوية معلومة كما تبين ولأن ميل (١٥) ر معلوم وبعد

لكن د هـ̂ حـ + د هـ̂ ر = حـ هـ̂ ر ، د ع̂ ل + د ع̂ ب = ل ع̂ ب

∴ حـ هـ ر + ل ع ب = ٢ ن + ٢ د هـ ر وهو المطلوب أولا

(ب) د هـ̂ ل + د ع̂ حـ = ٢ ن

لكن د هـ̂ ل = د هـ̂ ر - ل هـ̂ ر

، د ع̂ حـ = د ع̂ ب - حـ ع̂ ب = د هـ ر - حـ ع ب

∴ ٢ د هـ̂ ر - ل هـ̂ ر - حـ ع̂ ب = ٢ ن

∴ ل هـ ر + حـ ع ب = ٢ د هـ ر - ٢ ن وهو المطلوب ثانيا

(١) د : فقد (٢) د : يسهل

(٣) د : معرفت

(٤) د : ومعرفت

(٥) سا : المتفرقة

(٦) سا : وإذا

(٧) د : غير موجود

(٨) سا : و

(٩) ف : أو دائرة – وفى سا ، د : غير موجود

(١٠) سا ، د : والأفق

(١١) سا : فليكن

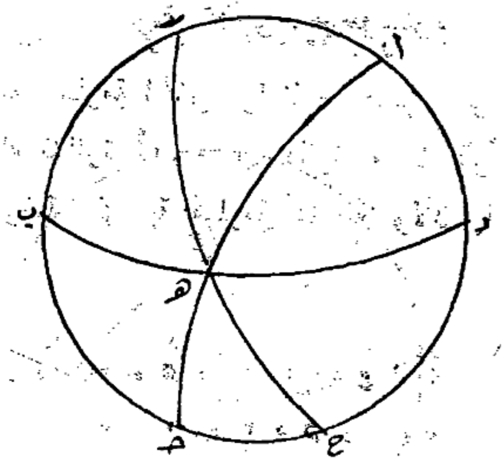
(١٢) ف : الأفق

(١٣) سا ، د : بوسط

(١٤) سا ، د : بعينه

(١٥) د : مثل

معدل النهار عن أ معلوم (١) ف: أز معلوم ولتمر (٢) دائرة أهـج (٣) بسمت الرأس على الطالع وهو هـ وهو معلوم ونقطة أ قطب فقوس أهـ (٤) ربع دائرة (٥) وزاوية أهـ د (٦) قائمة وزاوية تقاطع المائل والأفق معلومة وهي د هـ ج فجميع زاوية أهـج معلومة (**) فالقسي الموترة (٧) للزوايا معلومة وكذلك إن كان



شكل (٤٩)

---

(١) [كما بين ولأن ميل ز معلوم وبعد معدل النهار عن أ معلوم] : في هامش ب ، ف

(٢) سا : ولنمر

(٣) ف ، سا ، د : أ هـ ع

(٤) سا : أ

(٥) سا ، د : غير موجوده

(٦) د : أ هـ

(**) تعيين الأقواس بين البروج والدائرة السمتية المارة بالطالع

البرهان : في شكل (٤٩) أ ب حـ د نصف النهار ، ب هـ د الأفق ، أ سمت الرأس ، ز هـ ع البروج في لحظة ما حيث درجة وسط السماء ز معلومة ، هـ النقطة الطالعة

والمطلوب معرفة أقواس أ ز ، أ ع

∵ ز معلومة ∴ بعدها عن معدل النهار معلوم وكذلك بعد أ عن معدل النهار = عرض البلد

∴ القوس أ ز معلومة وهو المطلوب أولاً

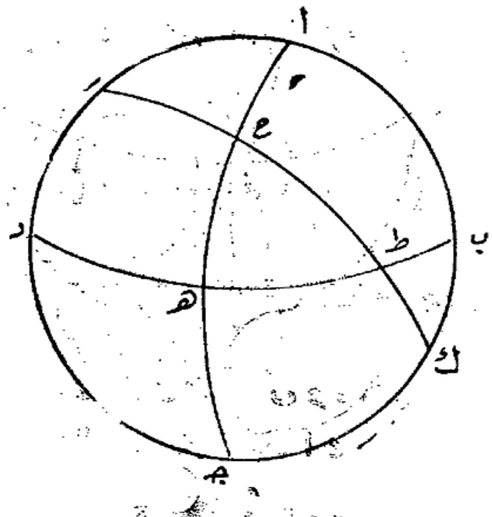
نرسم دائرة أ هـ حـ ، ∵ أ قطب الأفق ∴ أ $\hat{هـ}$ د = ٩٠

لكن د $\hat{هـ}$ ع التي بين البروج والأفق معلومة

∴ أ $\hat{هـ}$ ع معلومة ∴ القوس أ ع معلوم وهو المطلوب ثانياً

(٧) سا : المؤثرة

المعلوم نقطة بعدما(١) بينها (٢) وبين نصف النهار من الساعات معلوم (٣) أعنى القوس من الدوائر المتوازية ، كد ، وليكن يدل (٤) نقطة(٥) ر على نصف النهار وعلى (٦) نقطة ح وهو رأس السرطان ولتكن (٧) شرقية عن نصف النهار والقوس بينها من المتوازية ولتكن (٨) ساعة واحدة فيكون ر من الجوزاء (٩) معلومة (١٠) لما تقدم والطالع وهو (١١) ط معلوم ولتمر على أ ، ح دائرة سمتية إلى هـ جـ (١٢) فلأن قوس ط ح ر معلومة (١٣) و : ح ط معلوم و : أ ر (١٤) لما تقدم



شـكل (٥٠)

---

(١) [بعدما] : غير موجود فى سا ، د

(٢) سا ، د : بينهما

(٣) سا ، د : معلومة

(٤) ف : غير واضح

(٥) سا ، د : ر نقطة ليست

(٦) ب : غير موجود – وفى هامش ف : [وهى] – وفى سا ، د : وهى

(٧) سا : وليكن

(٨) سا ، د : ليكن

(٩) د : الجوز ا

(١٠) سا ، د : معلوما

(١١) ف : هو

(١٢) سا ، د : هـ ع

(١٣) د : معلوم – وفى سا : غير موجود

(١٤) د : [ف : ا ر]

معلوم وقوس د ر (١) باقي الربع معلوم فقوس ب ر معلوم (٢) ونسبة جيب أ ب إلى جيب ر ب المعلومين مؤلفة من نسبة جيب أ هـ المعلوم إلى جيب هـ ح (٣) المجهول ومن نسبة جيب ط ح المعلوم إلى جيب ط ر المعلوم فيعلم هـ ح ، أ ح وهو قوس السمت (٥) . «كه» ونريد أن نعلم زاوية (٤) أ ح ط فلندر على قطب ح وببعد (٥) وتر المربع قطعة ك ل م العظيمة فلأن قوس أ هـ ح (٦) مرت بقطبي هـ ط م ، ك ل م فـ هـ م ، ك م (٧) كل (٨) ربع دائرة ونسبة جيب هـ ح المعلوم إلى جيب هـ ك المعلوم لأن هـ ك باقي الربع مؤلفة من نسبة جيب ح ط المعلوم إلى جيب ط ل المعلوم ومن (٩) نسبة (١٠) جيب م ل المجهول إلى جيب ك م المعلوم فصار م ل (١١) معلوما يبقى

---

(١) سا ، د : ب ر

(٢) [فقوس ب ر معلوم] : غير موجود في سا ، د

(٣) سا : د ح

(*) تعيين قـــــوس السمت (Zenith distance) لنقطة من البروج معروف زاويتهـــا الساعية (Hour angle)

البرهان : في شكل (٥٠) ا ب حـ د نصف النهار ، ب هـ د الأفق ، ر ع ط ك البروج حيث نقطة ع معلومة ومعلوم زاويتها الساعية والمطلوب إيجاد القوس ا ع

∵ نقطة ع معلوم موقعها في البروج

∴ نقطة ر معلومة ومن ذلك نعرف نقطة ط الطالعة

في الشكل القطاع الكرى ب ر ع هـ ب :

$$\frac{\text{حا ا ب}}{\text{حا ر ب}} = \frac{\text{حا ا هـ}}{\text{حا هـ ع}} \times \frac{\text{حا ط ع}}{\text{حا ط ر}} \quad \text{(نظرية ١١)}$$

حيث ا ب = ٩٠ ، ب ر = ٩٠ + ا ر ، ا هـ = ٩٠ ، ط ع معلوم من نقطتي ط ، ع ، ط ر معلوم من نقطتي ط ، ر

∴ نعرف هـ ح ومنه ا ع وهو المطلوب

(٤) سا : غير موجود

(٥) ف : غير واضح

(٦) سا ، د : ا هـ د

(٧) سا : هـ ط م ، ز ك ل ، م حـ هـ ، م ك ، م

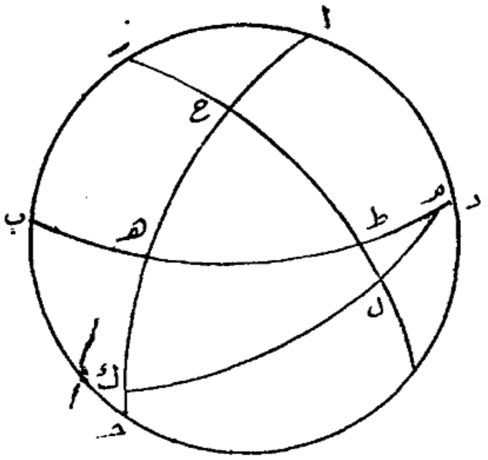
(٨) سا ، د : غير موجود

(٩) سا ، د : غير موجود

(١٠) سا ، د : ونسبة

(١١) د ، م ن

ل ك معلوما (١) فزاوية ك ح ل معلومة فتبقى زاوية أ ح ط (٢)معلومة (**) وكذلك يستخرج واحد واحد (٣) من النقط ثم رسم للأمور الجزئية بهذا الطريق جداول



شكل (٥١)

---

(١) [يبقى ل ك معلوما) : غير موجود فى سا ، د

(٢) [زاوية ا ح ط] : مكررة فى سا

(**) تعيين الزاوية بين دائرة البروج وبين الدائرة السمتية المارة بنقطة من البروج معروف زاويتها الساعية

البرهان : فى شكل (٥١) ا ب حـ د نصف النهار : ب هـ د الأفق ، ر ح ط ل البروج حيث ح نقطة معلومة ومعلوم زاويتها الساعية

والمطلوب تعيين زاوية ا ح ط

نرسم القوس ك ل م قطبه نقطة ح ليقابل ا حـ فى ك ، ر ح ط فى ل ، ب هـ د فى م

∴ دائرة ا هـ حـ تمر بنقطتى ا ، ح وهما قطبا هـ ط م ، ك ل م

∴ نقطة م هى قطب ا هـ حـ ∴ هـ م = ك م = ٩٠

فى الشكل القطاع الكرى ح ك م ط ح :

$$\frac{\text{حا هـ ح}}{\text{حا هـ ك}} = \frac{\text{حا ح ط}}{\text{حا ط ل}} \times \frac{\text{حا م ل}}{\text{حا ك م}}$$

حيث هـ ح = ٩٠-ا ح = ٩٠-قوس السمت وهو معلوم مما سبق، هـ ك = ٩٠-هـ ح ، ح ط معلوم من نقطتى ح ، ط ، ط ل = ٩٠ - ح ط ، ك م = ٩٠

∴ يمكن معرفة م ل ثم ل ك ٩٠ - م ل

أى أن زاوية ك ح ل تصبح معلومة

∴ ا $\hat{\text{ح}}$ ط = ١٨٠ - ك ح ل تصير معلومة وهو المطلوب

(٣) ب : واحدة واحدة

فى إقليم إقليم وابتداء من الدائرة الموازية التى بجزيرة ما روى (١) التى أطول (٢) نهارها ثلاثة عشر (٣) ساعة مستوية واستمر على تفاضل نصف ساعة نصف ساعة حتى انتهى إلى حيث (٤) أطول النهار ست عشرة (٥) ساعة استوائية ورتب فى كل عرض برجا برجا وجعل تفاضل العروض بنصف ساعة نصف ساعة (٦) وجعل الأوضاع متفاضلة بالبعد عن وسط (٧) السماء ساعة ساعة (٨) وجعل فى الصف (٩) الأول الطولانى عدد الساعات الاستوائية للبعد عن انتصاف النهار على أن مبدأ البروج على دائرة نصف النهار وفى الثانى مقادير القسى بين (١٠) المائل وسمت الرأس وفى الثالث مقادير زوايا التقاطع شرقية (١١) وفى الرابع غربية (١٢) على أن نذكر (١٣) ما مضى أنا نأخذ (١٤) الزوايا شمالية من التقاطع وعلى أن القائمة تسعون (١٥) جزءا وأما البلاد وعروضها وأطوالها فوعد أن يصنف له (١٦) كتابا مفردا وكأنه كتابه فى جغرافيا (١٧) .

تمت المقالة الثانية ولله الحمد (١٨)

---

(١) سا : ما زدى

(٢) سا ، د : طول

(٣) د : ثلاثة عشر

(٤) سا : جيب

(٥) ب ، سا : ستة عشر

(٦) [نصف ساعة] : غير موجود فى سا ، د

(٧) سا ، د : توسط

(٨) د : غير موجود

(٩) ف ، سا ؛ د : النصف

(١٠) سا : من

(١١) ف : على شرقية

(١٢) ف : على غربية

(١٣) ف : يذكر

(١٤) سا : حد

(١٥) سا : تسعين — وفى د : تسعين

(١٦) سا : يضيف إليه

(١٧) سا ، د : جا وفرا فما

(١٨) سا : تمت المقالة الثانية من كتاب المجسطى ولواهب العقل الحمد بلا نهاية — وفى د : تمت المقالة الثانية بحمد الله وحسن توفيقه

المقالة الثالثة

في مقدار زمان السنة

المقالة الثالثة (١)

فى مقدار زمان السنة(٢)

الحركة الوسطى هى التى تكون أو تفرض فى أزمنة متساوية (٣) وهى حركة (٤) الكوكب (٥) الذى (٦) يفرض (٧) فى مداره الذى يخصه ويشتمل على الأرض من حيث تتساوى فى أزمنة متساوية ويكون (٨) إما للكوكب بنفسه (٩) وإما لجرم (١٠) كرى حامل للكوكب ناقل إياه فى البروج بحركته (١١) التى يتحرك بها فيفصل فى أزمنة متساوية قسيا متساوية وزوايا عند المركز الذى لذلك المدار متساوية وتسمى هذه الحركة الحركة المستوية (١٢) ولو كانت الكواكب تتساوى حركاتها فى الأزمنة المتساوية أو حركات ما يحملها بالقياس إلى فلك البروج حتى كانت تقطع منه فى أزمنة سواء قسيا سواء لكانت الحركة الوسطى المستوية كافية فى التقويم لكنها ليست كذلك فإنها إذا قيست (١٣) إلى فلك البروج لم (١٤) يوجد ما يوازى الكواكب المتحيرة بحركتها فى أزمنة متساوية منه(١٥) قسيا متساوية بل مختلفة تارة أقل وتارة أكثر وتكون مسيرة (١٦) الوسط (١٧) ما بين

---

(١) د : غير موجود – وفى سا : المقالة الثالثة من المجسطى
(٢) [فى مقدارزمان السنة] : غير موجود فى سا ، د
(٣) سا ، د : مكررة
(٤) د : الحركة
(٥) د : الكواكب
(٦) سا ، د : التى
(٧) سا : تفرض
(٨) سا : وتكون
(٩) د : غير واضح
(١٠) ف : بجرم
(١١) د : لحركته
(١٢) سا ، د : فلو
(١٣) ه : فليست
(١٤) ب : لا
(١٥) ف : غير موجود
(١٦) د : مسير
(١٧) سا ، د : غير موجود

الأقل والأكثر والمرئيتين (١) بالاختلاف ولهذا يسمى وسطا فالاختلاف (٢) يقع من وجوه شتى فذكرها (٣) ولكل كوكب مدار يرمم فيه بحركات متساوية فى أزمنة متساوية قسيا متساوية (٤) إما موجودة وإما مفروضة والمسير المقوم (٥) هو المحقق بالقياس إلى فلك البروج وربما اجتمع فى حركات الكواكب اختلافات فوق واحد (٦) إلا أن الاختلاف الذى للشمس هو واحد كما نذكره والسبيل المشهور فى استخراج السير الوسط (٧) أن نطلب المدة التى فى مثلها (٨) يعود الكوكب إلى حالة واحدة دائما أى (٩) إلى نقطة واحدة أو نقط مختلفة تفضل (١٠) على الدوائر التامة بقسى متساوية سواء كان (١١) فى (١٢) دورة واحدة أو دورات (١٣) بعد أخرى (١٤) أو تكون تختلف عوداته المتتالية اختلافا له نهاية ثم تعود من رأس فيبتدى بأول ما كان ابتدأ (١٥) أولا من الاختلاف فيعود اختلافاته (١٦) بحالها على ترتيبها إلى آخرها فيكون مكان العودة الواحدة عودات محفوظة وليست (١٧) فى جملتها (١٨) عودة الاختلاف فإذا حصل زمان فى مثله يعود الكوكب (١٩) دائما إلى نقطة واحدة أو نقط قسى ما بينها متساوية أو تعود (٢٠) اختلافاته دائما كان (٢١)

---

(١) ف ، سا : غير واضح (٢) ف : والاختلاف

(٣) سا ، د : يذكرها

(٤) [قسيا متساوية] : غير موجود فى سا ، د

(٥) سا : المقدم

(٦) ف ، سا ، د : واحدة

(٧) د: الواحد (٨) د : مولها

(٩) د : غير موجود

(١٠) سا : تفصل

(١١) د : كانت

(١٢) د : غير موجود

(١٣) ب : دورات واحدة – وفى سا ، د : [أو دورات] غير موجود .

(١٤) د : أخرى الأول الاختلاف الذى للشمس هو واحد كما نذكره

(١٥) سا : ابتداء

(١٦) ف : اختلافاتها

(١٧) ب ، ف : فى الهامش

(١٨) سا ، د : حملها

(١٩) سا ، د : الكواكب

(٢٠) سا : تعود

(٢١) م ، د : غير موجود – وفى ف : فى الهامش

كما ذكر (١) جعلت تلك المدة أياما أو ساعات وقسمت العودة الواحدة التامة أو المتفاوتة بقسي (٢) متساوية أو العودات بما (٣) فيها من عودات الاختلاف المتشابهة عليها (٤) فماخرج فهو حصة ذلك اليوم أو تلك (٥) الساعة ثم يعرف (٦) من ذلك حصة الشهر والسنة والسنين من المسير الأوسط فإذا أمكن أن يعرف (٧) الوسط من هذا الطريق لم يعدل (٨) عنه إلى معرفته (٩) من طريق غيره وأول (١٠) ما يطلب فى إدراك (١١) المسير الأوسط العودة إلى نقطة واحدة ثابتة (١٢) أو نقط ثوابت قسي مابينها متساوية فإن وجدت العودات على هذه الصورة هوذا (١٣) يكون فى مدد متساوية اقتصر على ذلك فى استخراج (١٤) المسير الوسط إلا طلب الوجه الثانى ثم الثالث الذى سيظهر فى موضعه (١٥) والنظر فى أمر الشمس مقدم على النظر (١٦) فى أمر سائر الكواكب إذ الوصول إلى أحوالها غير ممكن إلا (١٧) بعد معرفة مسير الشمس ومكانها (١٨) على ما تبين (١٩) فابتدأ (٢٠) بطليموس بتحقيق مسير الشمس الوسط ولما تتبع أرصادها (٢١)

---

(١) ب ، سا ، د : ذكرنا
(٢) سا ، د : بقوس
(٣) سا ، د : لما
(٤) ف ، سا ، د : عليه
(٥) سا ، د : غير موجود
(٦) سا : تعرف
(٧) سا : تعرف
(٨) سا : تعدل
(٩) ف ، سا ، د : معونة
(١٠) ب ، سا : فاول
(١١) سا : ادرال
(١٢) سا ، د : [ثابتة واحدة] بدلا من [واحدة ثابتة]
(١٣) ف : هودا
(١٤) د : غير موجود
(١٥) سا ، د : موقعه
(١٦) [فى موضعه والنظر فى أمر الشمس مقدم على النظر] : فى هامش ب
(١٧) د : لا
(١٨) ف ، سا : ومكانه
(١٩) سا : مانبين
(٢٠) سا : فابتداء
(٢١) ف ، سا ، د : أرصاده

وجد الشمس لا تختلف عوداتها إلى نقطة واحدة ثابتة(١) من فلك البروج الذى التقويم بالقياس إليه(٢) اختلافا ذا(٣) قدر (٤) وإن(٥) اختلف وجد السبب فيه إما خلل (٦) آلات الأرصاد (٧) فى(٨) قسمة ووضع آلات الرصد (٩) وإما (١٠) ترك (١١) الاستقصاء (١٢) فى استعمالها والاشتغال برصد من وجه آخر غير حقيقى والرصد الحقيقى فى مثل هذا هو(١٣) أن تحصل(١٤) مدة عوداتها (١٥) دائما إلى النقط(١٦) الثابتة من فلك(١٧) البروج وأولاها نقطة الاعتدالين والانقلابين خصوصا إذا كان الحامل للكوكب لا يتحرك حركة أخرى بسبب حركة أوجه وينظر (١٨) هل هى مدد متساوية(١٩) فإن وجدت استخرج (٢٠) المسير الوسط (٢١) على ما قيل أولا لكن بطليموس وجدها(٢٢) فى أرصاد الشمس متساوية ووجدت(٢٣) ذلك فى مدة سنذكرها بعد ووجه هذا

---

(١) سا : من نقطة

(٢) ب : إليها

(٣) د : غير موجود

(٤) د : أقدر

(٥) سا : فإن

(٦) سا : زلل - ر فى د : ذلك

(٧) ب : الآلات الرصدية

(٨) ف : زلل فى

(٩) [آلات الرصد] : غير موجود فى ب ، م

(١٠) سا ، د : غير موجود

(١١) ف : لترك - وفى سا ، د : وترك

(١٢) د : الاستقصاء ولترك الاستقصاء

(١٣) سا ، د : غير موجود

(١٤) سا : تحصل

(١٥) سا ، د : عودته

(١٦) سا ، د : النقطة

(١٧) سا : تلك

(١٨) سا : وتنظر

(١٩) د : مساوية

(٢٠) سا ، د : استخراج

(٢١) سا : الأوسط

(٢٢) سا : وجدا - وفى د : وجد

(٢٣) ب : ووجد

الرصد[1] أن يتخذ حلقة من نحاس أو غيره يحيط بها أربعة سطوح مسطحة بالحقيقة كل سطحين متقابلين متوازيان وتنصب[2] على قاعدة وثيقة نصبا محكما إما فى سطح معدل النهار وهو منتصف[3] ما بين الانقلابين على ما قيل وعرف رصده[4] وهذا أسهل رصدا أو فى سطح الدائرة الموازية لمعدل النهار المارة بإحدى نقطتى الانقلابين أو [5] فى أى دائرة شاء الراصد [6] من الدوائر المتوازية [7] التى [8] تفعلها [9] النقط المرسومة على دائرة البروج ومعنى النصب فى سطحه أن تكون كأنها دائرة مرسومة فى بسيط تلك الدائرة حتى لو أخرج قطر هذه الداخلة من الجانبين أمكن أن يصير قطرا أو وترا لتلك الأخرى ثم من[10] المعلوم أن الحلقة إذا كانت على هذه الحلقة[11] ونصبت هذا النصب إما فى سطح معدل النهار أو فى سطح دائرة من الموازيات تمر على نقطة الانقلاب أو غيرها أن الشمس إذا حصلت فى نقطة الاستواء أو نقطة الانقلاب انطبق ظل الجانب الذى يلى [12] الشمس على الجانب المقابل له أنطباقا تاما ولم تقع على سطحى [13] جهتى الجنوب والشمال البته بل أضاء الجانبان [14] جميعا فعرف حينئذ أن الشمس وافت النقطة وكذلك إن جعلت [15] على الحلقة عضادة ولبنتان وتكون العضادة مهندمة بحيث تدور [16] مع الشمس وهذا الرصد يصعب اعتباره إذا اتفق أن كان حصول مركز الكوكب على النقطة المعتبرة ليلا فلذلك يجب أن يستعان أيضا بالرصد

---

(١) د : الصد
(٢) سا : تنصب
(٣) سا : منتصب
(٤) سا : فى رصده
(٥) سا : أى
(٦) د : الرصد
(٧) سا ، د : الموازية
(٨) د : غير موجود
(٩) سا : يفعلها
(١٠) سا : بين السطرين
(١١) ف ، سا : الحلقة
(١٢) د : على
(١٣) د : سطر
(١٤) ب : الجانبين
(١٥) ب ، سا : جعل
(١٦) د : يدور

الآخر وهو الذى ذكرناه فى باب استخراج الميل فإنك قد علمت أن غاية الارتفاع الذى يكون لبلوغ الشمس غاية الميل الشمالى وغاية الانحطاط الذى يكون لبلوغ الشمس غاية الميل الجنوبى إذا قسم بنصفين حصل منه الموضع الذى إذا كانت (١) الشمس فى حقيقة معدل النهار كان ارتفاعها (٢) بقدر ذلك الموضع (٣) فإذا وقع ليلا نظر إلى مقدار التفاوت بين ارتفاعى (٤) نصف النهار المتقدم ونصف النهار المتأخر (٥) وإلى (٦) مقدار التفاوت من (٧) ارتفاع (٨) نصف النهار المتأخر (٩) إلى الارتفاع المستحق لمعدل النهار فتكون نسبة ذلك التفاوت إلى (١٠) التفاوت الأول كنسبة الزمان الذى من وقت حصول الشمس فى النقطة المطلوبة إلى الزمان الذى بين نصفى النهارين بالتقريب لكن استعمال الرصد الانقلابى صعب فى الوجهين جميعا لأن غاية الارتفاع وغاية الانحطاط يثبت (١١) زمانا يسيرا لا يظهر له اختلاف لفوات (١٢) تفاوت الميل عند المتقلبين عن الحس (١٣) ثم أنهم اعتبروا عودات الشمس إلى النقط الأربع فوجدوا (١٤) العودات فى أزمنة متساوية وكذلك وجد أبرخس إلا عند عودات خريفية (١٥) حكى أنها خالفت بربع (١٦) يوم ثم وافق باقيها (١٧). وجعل بطليموس السبب فى ذلك أحد الأمور المذكورة من خطأ فى قسمة الآلة أو نصبها (١٨) حتى أنه إذا وقع

(١) د : كان
(٢) ف ، سا ، د : ارتفاعه
(٣) سا ، د : غير موجود
(٤) د : ارتفاعين
(٥) سا : نهار
(٦) سا ، ه : إلى
(٧) سا ، د : بين
(٨) سا : ارتفاعى
(٩) [وإلى مقدار التفاوت من ارتفاع نصف النهار المتأخر] : فى هامش ب
(١٠) [التفاوت إلى] : غير موجود فى د
(١١) د : غير موجود
(١٢) ف ، سا ، د : غير موجود
(١٣) سا ، د : الحنين
(١٤) سا ، د : وجدوا
(١٥) سا : جريفية
(١٦) سا : ربع
(١٧) ف : باقيها
(١٨) د : نصبه

الخطأ فى ست دقائق وهى عشر(١) درجة واحدة وهى أحد أقسام الدرجة كان فى حلقتهم(٢) فلذلك جعلها فى الكتاب دقيقة واحدة أمكن أن يخالف الحق(٣) بنصف يوم لأن الشمس إذا سارت عن النقطة الاستوائية ربع درجة فعلت ميل(٤) ست دقائق وذكر أنهم ربما نصبوا الآلات بالحقيقة فى أول النصب ثم تركوها فزالت ولم يتعهدوا تسويتها(٥) عند كل رصد وكذلك(٦) ذكر أن الحلقة التى كانت(٧) بالأسكندرية اختلفت إضاءتها وأظلالها يوم الاعتدال حتى فعلت ذلك مرتين أى بعضها فى وقت وبعضها فى وقت آخر ولم(٨) يكن ذلك فيها كلها فى وقت واحد لكن بطليموس ذكر أن أرصاده الكثيرة(٩) وأرصاد أبرخس المستقصاة والتى هى أكثر عددا اتفقت على أن مدة (١٠) العودة تكون متساوية وأنها(١١) فى ثلاثمائة وخمسة(١٢) وستين يوما وقريب(١٣) من ربع يوم أنقص(١٤) منه قليلا بما(١٥) سنذكره وهو مما لا يوقف عليه فى الأرصاد القريبة ولا يوجب الوصول إليه إلا الأرصاد المتباعدة التى يجتمع (١٦) منها اختلاف ذو قدر بل الذى يكون منها فى الأرصاد القريبة شبيه (١٧) بما يوجبه اختلاف نصب الآلات والزلل الغير الممكن (١٨) التحرر (١٩) منه فيها على أنه بين بالتقريب أيضا مبلغ

---

(١) سا : عشرة

(٢) ف : غير واضح – وفى سا : خلقتهم

(٣) سا : غير موجود

(٤) ف ، سا : مثل

(٥) د : لتسويتها

(٦) د : ولذلك

(٧) د : غير موجود

(٨) سا ، د : فلم

(٩) ف : الكبيرة

(١٠) سا : هذه

(١١) ب : غير موجود – وفى ف : فى الهامش

(١٢) سا : وخمس

(١٣) سا : وقريبا

(١٤) سا ، د : نقص

(١٥) د : لما

(١٦) ب ، ف ، يجمع

(١٧) سا ، د : شبيهة

(١٨) سا : ممكن

(١٩) د : التجوز

ذلك النقصان بأن أخذ أرصاد أبرخس (١) وقابلها بأرصاد نفسه إذ اعتماده على أبرخس أشد من اعتماده على غيره وأخذ الأرصاد الاستوائية . لأنها أحوط والانقلابية أسر امتحانا فوجد فى قريب من ثلاثمائة سنة يوجد نقصانا(٢) مما توجبه لو كانت العودة فى ثلاثمائة وخمسة(٣) وستين يوما وربع يوم بمقدار(٤) يوم واحد فيكون حصة (٥) كل سنة جزءا من ثلاثمائة جزء من يوم فيكون زمان العودة ثلاثمائة وخمسة وستين يوما وربع يوم (٦) إلا جزءا (٧) من ثلاثمائة (٨) من يوم فتكون ثلاثمائة وخمسة وستين يوما وأربع عشرة(٩) دقيقة من يوم وثمانى(١٠) وأربعين ثانية . ثم امتحن ذلك بأرصاد الأقدمين مثل (١١) ماطن (١٢) وأقطيمن(١٣) وبعدهما ارسطرخوس (١٤) فوجد (١٥) الأمر أيضا جاريا على ذلك المجرى ووجد أبرخس أيضا يوافقه (١٦) على هذا (١٧) فى عدة من كتبه فهذا طريق استخراج المسير الوسط للشمس بالقياس إلى النقط الأربع وأما عوداتها (١٨) بالقياس (١٩) إلى الكواكب الثابتة فإنما يتوصلون إليها (٢٠) من جهتين إحديهما (٢١) أن (٢٢)

---

(١) سا : انرخس

(٢) سا ، د : نقصان

(٣) سا : و خمس

(٤) د : لمقدار

(٥) سا : حصتى

(٦) د : غير موجود

(٧) د : غير واضح

(٨) سا : الأجزاء

(٩) سا : عشر

(١٠) سا ، د : وثمان

(١١) د : مثلا

(١٢) ف : ما ظن

(١٣) ف ، سا ، د : واوقيطن

(١٤) سا : اسطرخس

(١٥) سا : وهذا – وفى د : وجد

(١٦) ب : يوافقه أيضا

(١٧) [على هذا] : فى هامش ب ، ف

(١٨) ف : عوداته – وفى سا ، د : عودته

(١٩) سا : بالنسبة

(٢٠) ف ، سا ، د : إليه

(٢١) سا : احدهما

(٢٢) سا ، د : غير موجود

ترصد (١) الشمس عند الطلوع أو الغروب إذا ظهر كوكب درى من الثوابت فترصد(٢) البعد بينهما بالآلة التى نذكرها(٣) بعد والثانى أن يرصد (٤) القمر فى وسط زمان الخسوف (٥) وذلك حين يكون (٦) مقاطرا(٧) للشمس(٨) بالحقيقة ويعرف موضعه من فلك البروج بسبب (٩) كوكب فإن كان ليس له اختلاف منظر فيسهل معرفة درجته بأن يعرف ارتفاعه وسمته ويعرف عرض البلد فيظهر(١٠) من ذلك موضعه(١١) بالتحقيق من البروج على الأصول المعلومة(١٢) فإذا(١٣) كان وسط الكسوف حيث لاعرض معه لمركز (١٤) القمر فقد حصل من ذلك معرفة درجة الشمس إذ(١٥) لم يكن اختلاف منظر وإن كان له عرض كان طريق ذلك أطول وأقرب من الخطأ فوجد(١٦) العودة بمدة أكثر من هذا فلهذا(١٧) حدس أبرخس أن للكواكب الثابتة حركة على قطب فلك البروج ولهذا استرذل بطليموس الرصد الكائن بالقياس إليها فإنه لافرق بين أن يجعل سنة(١٨) الشمس بالقياس إلى عوداتها(١٩) نحو مقارنة(٢٠)

---

(١) سا ، د : يرصد
(٢) ب : ويرصد – وفى ف : فيرصد
(٣) ف : يذكرها
(٤) سا : ترصد
(٥) سا ، د : الكسوف
(٦) سا : غير موجود – وفى د : [يكون حين] بدلا من [حين يكون]
(٧) سا ، د : تقاطره
(٨) سا : الشمس
(٩) د : غير واضح
(١٠) سا : فظهر
(١١) سا ، د:موقعه
(١٢) ف ، سا ، د : الموصلة
(١٣) ف ، سا ، د : إذا
(١٤) سا : كركز
(١٥) سا : إذا
(١٦) ب : غير واضح – وفى د : يوجب
(١٧) د : غير موجود
(١٨) د : نسبة
(١٩) د : مودتها
(٢٠) د : مفارقة

الكوكب (١) الثابت(٢) وهو (٣) يتحرك (٤) عن نقطة مقارنة (٥) الشمس له أو بالقياس إلى كوكب زحل فيكون لها سنون (٦) مختلفة وهذا الاختلاف وإن قل فى الأدوار المتقاربة فإنه يعظم فى الأدوار المتباعدة مع أن ذلك متعذر من وجوه وأفحش ذلك الأرصاد الكسوفية التى يرام (٧) أن يحصل بها مركز القمر بالقياس إلى الثوابت لتكون الشمس على النقطة المقابلة له بالحقيقة ثم ينظر (٨) كذلك (٩) لكسوفات (١٠) مختلفة ليستخرج(١١) منها(١٢) عودات الشمس ويتعرف(١٣) هل هى فى مدد متساوية أو يمتحن (١٤) بها ما وجد بالطرق (١٥) الأخرى وقد ذكر أبرخس أنه لما حسب (١٦) رصدين للكسوف (١٧) القمرى فوجد(١٨) فى أحد رصديه الكسوفيين البعد بين القمر والسماك الأعزل وكان (١٩) موضع السماك الأعزل متقدما على النقطه الخريفية بستة أجزاء ونصف وبعد إحدى عشرة سنة وشىء يسير حسب(٢٠) فى الرصد الثانى الكسوفى فوجد السماك الأعزل متقدما على النقطة الخريفية بخمسة أجزاء وربع إذ كان القياس يوجب ذلك ثم من المحال أن يقال إن

---

(١) سا : الكواكب
(٢) سا : الثابتة
(٣) سا : وهى
(٤) سا : تتحرك
(٥) سا ، د : مفارقة
(٦) سا : سنين – وفى د ، مسير
(٧) سا : رام
(٨) سا : ننظر
(٩) ف : لذلك
(١٠) ف : الكسوفات
(١١) سا : لنستخرج
(١٢) سا ، د : غير موجود
(١٣) سا : ونتعرف
(١٤) سا : ونمتحن
(١٥) د : بالطريق
(١٦) سا ، د : حاسب
(١٧) د : لكسوف لكسوف
(١٨) سا : بين السطرين
(١٩) ب : فكان
(٢٠) سا ، د : حاسب

السماك الأعزل فى هذه المدة سار هذا القدر فحدس وتوهم من غير حكم جزم [1] أن الشمس لعل لها اختلافا آخر غير الذى نذكره [2] ولعل عوداته فى أزمنة متساوية ليست متساوية [3] وأما بطليموس فقد زيف هذا الطريق وذلك لأن رصده لعودات الشمس فى نفس الوقت المذكور كان جاريا على القياس المشار إليه وإنما اختلف حكم هذا الرصد المفتقر فيه فى [4] تحقيق مكان القمر إلى تحقيق مكان الشمس فيجب أن لا تتشكك [5] فى الأصل بسبب الفرع المبنى عليه بل إن كان ولابد فالشك فى الفرع ثم قد يقع للقمر من اختلاف المنظر ومن [6] زلل آلات [7] رصد الأبعاد ما يقع به الخطأ وربما كان السبب وقوع أحد الرصدين على جملة مستقصاة والآخر [8] على جملة غير مستقصاة وقد يقع فى ترك استقصاء تعرف حركة الشمس من النقطة الربيعية إلى زمان وسط الكسوف على حكم مسيرة الوسط [9] على أن أبرخس نفسه قد علم هذا أيضا ولم [10] يجعل له اعتبارا ولا جزم [11] على أن للشمس اختلافا آخر ولا غير حكم سنة الشمس عن المدة المذكورة ولذلك [12] لم تعتد [13] بشىء من الاختلافات الواقعة بحسب الأرصاد [14] الواقع فيها الزلل قال وإنما كان عرضه أن لا يترك شيئا من الأشياء التى عرضت له غير مفصوص وكذلك [15] لما رصد أبرخس [16] كسوفات أخرى وكان [17] تقدم فعرف [18]

---

(1) ف : جرم
(2) ب ، سا : سنذكره
(3) [ليست متساوية] : غير موجود فى سا .
(4) د : إليه فى
(5) ف : لا تتشكل – وفى د : لا يتشكك .
(6) د : من
(7) د : الآيات
(8) د : وقوعه والآخر
(9) سا : الأوسط
(10) سا ، د : فلم
(11) ف : جرم
(12) ب ، سا ، د : وكذلك
(13) ب : غير واضح
(14) ب ، سا ، د : الأرصاد الأخرى
(15) سا ، د : ولذلك
(16) سا : أبو الحسن
(17) سا ، د : كان
(18) سا : نعرف

موضع الشمس فيها بالحقيقة لوسط[1] الكسوف[2] ثم اعتبر أوساط تلك الكسوفات بحسب مقابلتها لمركز الشمس استخرج منها مواضع الثوابت لما علم بعدها[3] عن[4] القمر فلم تخالف عوداتها ما توجبه الأرصاد الأخرى بشيء يعتد به قال وأما أنا فلما امتحنت على سبيل الاستظهار ما ظهر من ذلك بالقياسات الكسوفية صادفتها غير مخالفة للواجب بشيء يعتد به . وأقول يجب أيضا أن يراعى[5] حال الشمس هل يقع لها[6] اختلاف منظر بأن ترصد[7] فى بلاد متباعدة جدا فى الشمال والجنوب هل يتفاوت ارتفاعاتها[8] فى أنصاف النهار أكثر من مقتضى اختلاف العروض وترصد أيضا حيث تكون مسامتة للرؤوس وحيث لاتكون من[9] البلاد البعيدة عن ذلك الموضع ويراعى[10] تفاوت الارتفاعات هل هى على موجب العروض فإن وجد لها اختلاف منظر عرف قدره وحسب عليه وعلم أن الارتفاعات[11] والإظلالات[12] فى الحاق تخالف الحقيقى منها المرصود بقدر الحساب وإغفال أمر اختلاف المنظر وإن ضر فى تحقيق مكان الشمس وتحقيق الوقت الذى تدخل[13] فيه نقطة مفروضة فليس يضر فى معرفة سنة الشمس ومدة عودتها إلى نقطة معلومة وذلك لأن العودة[14] إذا كانت فى الرؤية مثل الأولى والبلد واحد تكون العودة فى درج البروج إلى نقطة واحدة وإن كانت غير النقطة التى يوجبها الرصد وبالجملة إذا[15] لم يعد[16]

---

(1) سا ، د : غير موجود
(2) سا ، د : للكسوف
(3) سا ، د : ببعدها
(4) سا : من
(5) سا : نراعى
(6) سا ، د : له
(7) د : يرصد
(8) سا : إرتفاعها
(9) ف : غير موجود
(10) سا : ونراعى
(11) [هل هى على موجب العروض فإن وجد لها اختلاف منظر عرف قدره وحسب عليه وعلم أن الإرتفاعات] : غير موجود فى سا
(12) ف : الاظلالات — وفى سا ، د : أو الإظلالات
(13) د : يدخل
(14) د : غير واضح
(15) د : فإذا
(16) سا : تعد

إلى نقطة واحدة لم يعد(1) إلى اختلاف منظر واحد فى الارتفاع الكائن عند المنقلبين والاعتدالين ثم لما حصل مسير الشمس الوسط من هذا الوجه أراد أن يضع جداول يستغنى(2) بها عن(3) الحساب لكل(4) واحد واحد من المدد فرتب(5) فيها(6) مسير(7) الشمس لساعة(8) إلى كد ساعة إلى شهر إلى سنة إلى ثمانى عشرة(9) سنة إلى تضعيفات ثمانى عشرة (10) سنة حتى إذا أريد (11) مسيرها الوسط لمدة مفروضة طلبت فى الجدول(12) المخصوص بمثل (13) تلك المدة وأما السنون (14) المجموعة أو المبسوطة (15) أو غير ذلك من أجزاء المدد فإن (16) وجد المطلوب مثبتا (17) بعينه فى الجدول (18) أخذ ما بحياله من الدرج والدقائق والثوانى إلى آخر ما وضع فإن فضل شيء نظر إلى(19) الفضل(20) كم هو وطلب(21) فى الجداول وأخذ ما بحياله وزيد(22) عليه(23) حتى ينتهى الى تمام مدته .

---

(1) سا ، د : تعد
(2) سا : أن يستغنى
(3) سا : من
(4) سا : غير واضح
(5) ف : غير واضح
(6) سا : منها
(7) د : مسيره
(8) ف : ليتباعد
(9) ب ، سا : ثمانية عشر — وفى د : ثمان عشرة
(10) ب ، د : ثمانية عشر — وفى سا : ثمانية عشر ثمانية عشر
(11) ف : أزيد
(12) د : الجداول
(13) سا : لميل
(14) ب ، سا ، د : السنين — وفى ف : غير واضح
(15) سا : المبسوطة أو المجموعة
(16) ف : وإن
(17) سا : مبينا
(18) سا : فى الجدول بعينه
(19) ف : غير موجود — وفى د : أن
(20) ف : من الفضل — وفى ب : [من] فى الهامش
(21) سا ، د : فطلبه
(22) سا ، د : وزاده
(23) سا : إليه

فصـــل

فى الأصول التى توضع للحركة المستوية التى تجرى على الاستدارة(١)

فإذا حصل السير الوسط للشمس لم يكن ذلك كافيا فى تقويم الشمس وذلك أن الشمس لم توجد قاطعة قسيا متساوية من فلك البروج فى أزمنة متساوية بل رؤيت(٢) تارة تقطع أقل وتارة تقطع أكثر كما سنذكر بعد وذلك أن مدة حركتها الموجودة بالرصد من الاستواء الربيعى(٣) إلى المنقلب الصيفى مخالفة لحركتها منه إلى الاستواء الخريفى وكذلك(٤) وجدت(٥) حركتها(٦) من الاستواء الخريفى إلى الاستواء الربيعى أقل من مدة ما بين(٧) الربيعى إلى الخريفى وكذلك فى القسى الجزئية ولم يمكن أن يكون(٨) أنه تارة تبطىء(٩) وتارة تسرع(١٠) فى الحركة إذ(١١) كان القانون فى الحركات السماوية أنها متساوية غير مختلفة بالقياس إلى أنفسها فإن توهم أو رؤى ذلك فهو بالقياس إلينا فوجد ذلك الاختلاف لا يخلو من أحد وجهين ولا يعقل خارجا عنها وهو أنه إما أن لا تكون حركة الشمس فى دائرة مركزها مركز فلك البروج بل فى دائرة أخرى مخالفة لها فى المركز فيكون الذى نحصل(١٢) منها فى نصف البروج مثلا الشمالى أعظم من الباقى إذا كان البعد الأبعد فى الجانب الشمالى فيكون(١٣) الشمس أو أى كوكب يتحرك إما فى مداره وفلكه(١٤) فنى

---

(١) [فصل فى الأصول التى توضع للحركة المستوية التى تجرى على الاستدارة] : غير موجود فى سا ، د

(٢) سا : رقيت

(٣) سا ، د : غير موجود

(٤) ف : ولذلك

(٥) ب ، سا ، د : وجد

(٦) سا : حركها

(٧) ف : من

(٨) ب ، سا ، د : نقول

(٩) سا : يبطىء

(١٠) سا : يسرع

(١١) سا ، د : إذا

(١٢) سا : يحصل

(١٣) سا : فتكون

(١٤) د : وفلك

أعظم من النصف وإما فى فلك البروج فى النصف وفى الجانب الآخر بالضد فيكون القطع لنصفى فلك البروج مختلفا والوجه الثانى أن لا تكون حركته(١) على دائرة مركزها مركز(٢) البروج ولا على دائرة خارج المركز بل يكون جرمه(٣) مركبا على دائرة من كرة(٤) لا تشمل الأرض بل هى فى كرة الكوكب(٥) الشاملة للأرض تتحرك فيها وتسمى فلك التدوير وتلك الكرة يجوز أن يتحرك مركزها على دائرة موافقةالمركز لفلك البروج ثم إن(٦) اتفق(٧)أن كانت حركة الكوكب فى أعلى فلك التدوير موافقة لحركة مركز فلك التدوير فى الجهة رؤى الكوكب أسرع حركة من الوسط عند كونه فى الذروة(٨) من فلك تدويره وأبطأ حركة من الوسط عند كونه فى حضيض فلك تدويره لأنه يتخلف لا محالة عن موضعه الذى لو سكن كان يكون فيه وإذا استوت(٩) حركة مركز(١٠) تدويره على الحامل الموافق كان ذلك(١١) مسيره الوسط(١٢) إن كان هو يتحرك بنفسه لا تابعا لحركة(١٣) فلك تدويره أو يكون فى فلكتدويره لا يتحرك البتة وإنما(١٤) يعرض له ما يعرض(١٥) من الزيادة والنقصان لأنه(١٦) يتحرك أيضا فى فلك تدويره وإن اتفق أن كانت الموافقة فى الجهة السافلة رؤى بالعكس وقد يمكن أن يكون مركز التدوير على حامل خارج المركز ولا تستوى(١٧) عليه حركته فيوجب اختلافات عدة لكن

---

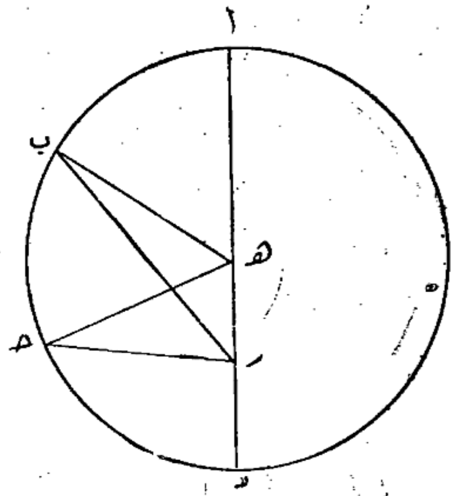
(١) مه : حركتها
(٢) ف : غير موجود
(٣) ب ، ف : حركتها – وفى سا ، د : جرمها
(٤) [من كرة] : غير موجود فى ب
(٥) د : الكواكب
(٦) ب : من
(٧) ب : البين
(٨) سا : الدورة
(٩) سا ، د : استوى
(١٠) د : بمركز
(١١) سا : غير موجود
(١٢) سا : ان لو – وفى د : إن
(١٣) د : بجرمه
(١٤) سا : دائما
(١٥) [له ما يعرض] : غير موجود فى سا ، د
(١٦) د : لا
(١٧) د : يستوى

حركات (١) الشمس ليس يجب فيها(٢) من الاختلافات مالا يكفيه أحد الأصلين أصل الخروج من المركز والحركات عليه متساوية وأصل وضع فلك التدوير وحركة الشمس عليه بخلاف حركته على فلك موافق المركز إلى المشرق حركة مستوية لكن بطليموس قد اختار الأصل الأول لأنه أبسط ووضعه وضعا لا لضرورة قادته(٣) إليه(٤) بل لاختيار أبسط الحركتين بعد أن تبين أن حكم الأصلين في جميع ما يعرض واحد بعينه وبعد شرائط ومقدمات(٥) وذلك أنه لا محالة يفترض(٦) في كل واحد من الأصلين بعد أبعد وبعد أقرب أما في أصل(٧) الخروج عن المركز فإن طرف القطر المار على مركز الأرض ومركز الخارج المركز يحد(٨) بعدا أبعد من الجهة التي يقع فيها المركز الخارج وبعدا أقرب من الجهة الأخرى وأما في(٩) فلك التدوير فظاهر واضح وفي أصل التدوير فإن الكوكب إذا كان عند الوسط من البعدين المختلفين ولم يكن مال إلى أحدهما ميلا محسوسا كانت الحركة المرئية مثل حركة مركز فلك التدوير فكانت الحركة وسطا ومع ذلك فإن غاية الاختلاف إنما تكون(١٠) هناك وأعني بغاية(١١) الاختلاف غاية (١٢) ما يجتمع من التفاوت بين ما يوجبه الوسط وبين ما يرى(١٣) وقريب من ذلك

---

(١) ف : غير موجود
(٢) د : فيهما
(٣) سا ، د : حادثة
(٤) سا : غير موجود
(٥) د : مقدمات
(٦) سا ، د : يفرض
(٧) سا ، د : أصول
(٨) سا : نجد
(٩) ف : بين السطرين
(١٠) سا : يكون
(١١) سا : غاية
(١٢) سا ، د : أو غاية
(١٣) سا : مانرى

فى حكم أصل الخارج(*) . « أ » فنقول إنه إذا فصل(١) قوسان متساويتان(٢) إحداهما(٣) من البعد الأبعد والأخرى(٤) من البعد الأقرب فإن الزاويتين اللتين تحدثان من القطر ومن الخط الخارج من مركز فلك البروج إلى طرفى القوسين أعظمهما عند البعد الأقرب أما فى أصل الخروج من المركز فلتكن دائرة أ ب حـ د(٥) خارجة المركز ومركزها هـ ومركز فلك البروج ز والقطر المار بالمركزين د ز هـ أ



شكل (٥٢)

والأوج أ والحضيض د والقوسان المتساويتان قوسا(٦) أ ب ، ج د(٧)

(*) حاول علماء الفلك القدامى تفسير التغير فى حركة الشمس والكواكب من ناحية الإسراع تارة والإبطاء تارة أخرى عن طريق نظريتين أو افتراضين للحركات .

النظرية الأولى : حركة الشمس أو الكوكب منتظمة أى يقطع أقواسا متساوية فى أزمنة متساوية ولكن المسار نفسه لاينطبق مركزه على مركز الأرض بل هو خارج المركز . فى هذه الحالة تبدو حركته بالنسبة للمركز الجديد منتظمة ولكنها بالنسبة للأرض تبدو مختلفة غير منتظمة .

النظرية الثانية : تتحرك الشمس أو الكوكب على دائرة صغيرة تسمى فلك التدوير ، ويتحرك مركز فلك التدوير على محيط دائرة البروج التى مركزها الأرض . حينئذ تكون الحركة المرئية هى محصلة حركة الكوكب نفسه وحركة مركز فلك التدوير ، فإذا كانت الحركتان فى إتجاه واحد رئى الكوكب مسرعا وإذا تضادتا رئى مبطئا .

(١) ف : فصل

(٢) سا : متساويان

(٣) د : أحدهما

(٤) سا ، د : والآخر

(٥) سا : أ ب حـ

(٦) ف : غير موجود

(٧) د : غير واضح

ووصلنا هـ ب ، هـ جـ ، ر ب ، ر جـ(١) فلأن زاويتى أ هـ ب ، د هـ جـ (٢) متساويتان وزاوية أ هـ ب الخارجة من مثلث هـ ر ب أعظم من زاوية(٣) هـ ر ب أعنى أ ر ب فكذلك (٤) زاوية د هـ حـ(٥) أعظم منها فزاوية د ر جـ الخارجة من مثلث جـ هـ ز(٦) أعظم كثيرا منها « ب » وأما فى أصل فلك التدوير فليكن أ ب حـ د (٧) الفلك الموافق المركز والمركز هـ والقطر أ هـ حـ وحول أ فلك تدوير(٨) قطره(٩) ط ا ر وليكن التدوير يتحرك من أ والكوكب من ر إلى جهة ب وإذا كان الكوكب على ر أو ط لم (١٠) يكن مسير الوسط هو(١١)مسير نقطة أ ومسير (١٢) مكان (١٣) الكوكب مختلفان (١٤) ولكن إذا قطع ر ح زاد على المستوية بقوس أ ح وإذا (١٥) قطع(١٦) من ط إلى ك نقص(١٧) بعينه من المستوية قوس أ ك أعنى أ ح و : ر ح أعظم من ط ك لأنا إذا أوقعنا(١٨) على نقطة أ عمودا على أ هـ ر كان نصف قطر(١٩)قطر التدوير (٢٠)ا مو (٢١) وقع (٢٢) مماسا للدائرة

---

(١) د : ر ع

(٢) سا : ا ب هـ ، د هـ — وفى د : ا ب هـ ، د هـ ع

(٣) د : غير موجود (٤) د : فلذلك

(٥) د : د هـ ع

(٦) ف ، د : حـ هـ ب — وفى سا : حـ هـ

(٧) سا : ا حـ د

(٨) سا : تدوير ط ، ل ر م — وفى د : تدوير ط ل ر جـ .

(٩) سا ، د : وقطر . (١٠) سا : ولم .

(١١) سا ، د : وهو .

(١٢) سا : غير موجود .

(١٣) سا : ومكان .

(١٤) سا ، د : مختلفا .

(١٥) سا : غير موجود .

(١٦) سا : واقطع — وفى د : أو قطع .

(١٧) ف : غير و اضح .

(١٨) هـ : وقعنا .

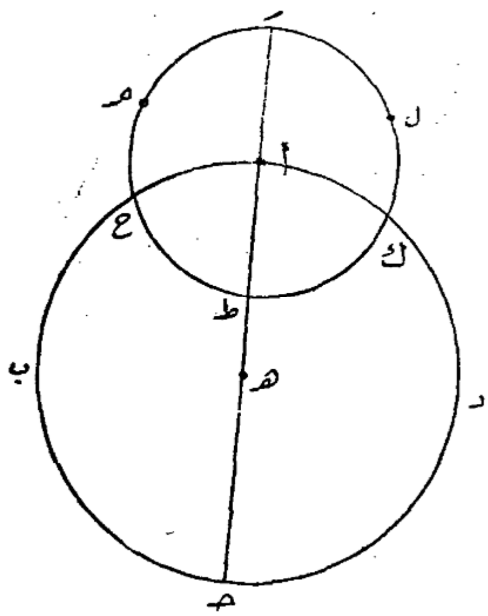
(١٩) ب ، ف ، سا ، د : غير موجود .

(٢٠) ب : التدوير وقع — [ر ا هـ كان قطر التدوير وقع] : فى هامش ب.

(٢١) ف : فى هامش — وفى سا : غير موجود — وفى ب : [ا م كان قطرا التدوير] — وفى د : [ا م] غير موجود .

(٢٢) سا ، د : وقع .

الموافق (١) وقطع من جانب ر أقل مما (٢)قطع دائرة الموافق فالزمان الذى يقطع فيه أ ح أعظم من الذى قطع فيه أ ك وإذا تحرك بخلاف هذه الحركة كان (٣)



شكل (٥٣)

الأمر بالعكس فليس إذن (٤) مسيرها (٥) فى القسى المتساوية متساويا (٦) بل يختلف إما فى (٧) الوضع الأول فيكون الذى عند الأوج أبطأ والذى عند الحضيض أسرع ، وإما فى الوضع الثانى الذى(٨) يكون(٩) جهة الحركة موافقة فيكون بالعكس ففى أصل الخروج تكون الحركة ترى(١٠) بطيئة وقليلة عند الأوج والسريعة العظيمة عند الحضيض وأما فى أصل التدوير فإن (١١) كلا

---

(١) سا : الأفق .
(٢) ف ، سا ، د : من .
(٣) سا : فإن .
(٤) ف : إذا .
(٥) ف : مسيرهما .
(٦) سا ، د : متساوية .
(٧) د : على .
(٨) د : التى .
(٩) سا ، د : غير موجود .
(١٠) سا : التى ترى .
(١١) سا : فإن كان .

الأمرين ممكن بحسب وضعى جهة (١) الحركة التى للكوكب(٢) فى الأوج فإن اتفقت (٣) الحركتان كانت السرعة عند الأوج وإن (٤) تضادتا كانت عند الحضيض فلنبين ما ضمناه من أن العوارض من وضع (٥) الأصلين واحدة إذا اشترطنا ثلاثة أمور أحدها أن يكون نسبة الخط الواصل بين المركزين إلى نصف قطر الخارج كنسبة نصف قطر(٦) فلك التدوير إلى نصف قطر الفلك الحامل له الموافق المركز والثانى أن يكون ما يقطعه (٧) مركز التدوير من الحامل قوسا شبيهة بما(٨) يقطعه الكوكب من التدوير فى زمان واحد (٩) . والثالث (١٠) أن تتخالف جهتا الحركتين فى التدوير (*) «ح» فأول ما تتفقان فيه من العوارض

---

(١) سا : جهتى .

(٢) سا : للكواكب .

(٣) ب : اتفق .

(٤) سا : فإن .

(٥) د : غير موجود .

(٦) د : غير موجود .

(٧) سا : مانقطعه .

(٨) د : بما .

(٩) [زمان واحد] : مكرر فى سا .

(١٠) د : فالثالث .

(*) نظرية (٢٣) : السرعة المرئية عند الحضيض أكبر من السرعة عند الأوج .

(وضع ابن سينا هذه النظرية فى صورة مختلفة تقول : إذا أخذنا قوسين متساويين أحدهما بدايته عند الأوج والآخر بدايته عند الحضيض ، فإن الزاوية التى يقابلها القوس الأول عند مركز البروج أصغر من التى يقابلها القوس الثانى) .

البرهان: قدم ابن سينا برهان هذه النظرية على أساس التفسيرين الموضوعين للحركة ، أى فى حالة اعتبار الحركة على خارج المركز وفى حالة اعتبارها على فلك التدوير .

(أ) فى حالة خارج المركز (شكل ٥٢) ليكن دائرة أ ب ح د الخارج المركز حيث مركزه ه ، ومركز البروج ر ، والأوج أ ، والحضيض د . ولنأخذ قوسى أ ب ، ح د بحيث

يكون أ ه^ ب = د ه^ ح .

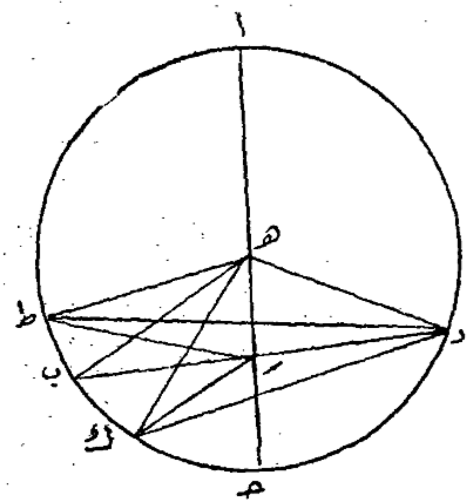
فى هذه الحالة أ ه^ ب > و ر^ ب ∴ د ه^ ح > و ر^ ب

لكن د ر^ ح > د ه^ ح ∴ د ر^ ح > د ه^ ح > و ر^ ب

∴ الزاوية التى يقابلها القوس ح د عند مركز البروج أكبر من التى يقابلها القوس أ ب لكن الكوكب ظاهريا سار القوسين فى زمن واحد .

∴ سرعة الكوكب عند الحضيض أكبر من سرعته عند الأوج .

أن غاية الفضل الواقع من الاختلاف فيهما جميعا إنما هو عند الربع المرئى من عند الأوج أما فى الفلك الخارج المركز مثل أ ب حـ د حول مركز هـ وقطر(١) ا هـ جـ ومركز الأرض عليه ر وجاز عليه (٢) ب ر د عمودا على القطر ليفصل فلك البروج بنصفين ومع القطر المشترك(٣) أرباعا ولنصل هـ ب ف:أ ب يوتر زاوية أ هـ ب (٤)



شكل (٥٤)

بالحقيقة وزاوية أ ر ب بالرؤية ونسبة أ ب من فلك البروج إلى أ ب فى الخارج نسبة الزاويتين فالفضل بين الزاويتين هو فضل الاختلاف فلأن (٥) زاوية أ هـ ب

(ب) فى حالة فلك التدوير (شكل ٥٣) ليكن ا ب حـ د البروج حيث مركزه و ، ر ع ط ل التدوير على مركز ا فيكون ر الأوج ، ط الحضيض .

إذا فرضنا أن فلك التدوير ثابت وأن الكوكب سار من الأوج ر إلى نقطة ع ، فإنه ظاهريا يبدو كما لو كان قد تحرك من ا إلى ع .

أما إذا سار الكوكب من الحضيض ط إلى نقطة ل فإنه يبدو كما لو كان تحرك من ا إلى ل لكن ا ع = ا ل ∴ يبدو كأنه تحرك فى الحالتين قوسين متساويين .

لكن القوس ر ع اكبر من القوس ط ل .

أى أنه قطع ر ع فى زمن اكبر من قطع ط ل .

∴ فالكوكب ظاهريا قطع ا ح فى زمن أكبر من قطع ا ل لكن ا ع = ا ل

∴ قطع ا ع بسرعة أقل من سرعته فى قطع ا ل

أى أن سرعته إبتداء من الأوج أقل من سرعته عند الحضيض .

(١) سا ، د : وقطره .

(٢) [وجاز عليه] : مكرر فى د .

(٣) ف : المشترك ل . (٤) ه : ا حـ فه .

(٥) ب ، سا ، د : ولأن .

خارجة وهى (١) تفضل على ر الداخلة بزاوية ب فزاوية ب تحد التفاوت بين الوسط والمعدل (٢) وهى زاوية فضل الاختلاف وكذلك تكون دائماً زاوية المحيط فضل ما بين الخارجة والداخلة فى المركزين المختلفين وهى (٣) زاوية (٤) التعديل فنقول لا يقع من (٥) الخطوط (٦) الواصلة فى جانب ب زاوية (٧) إلا أصغر (٨) من زاوية ب وإلا فلتكن (٩) إما زاوية ط إلى الأوج أو ك إلى الحضيض ولتصل (١٠) أيضا خطوط ه د ، ط ه ، ه ك ، د ط ، د ك ، ر ط ، ر ك (١١) فزاويتا د ، و ب من (١٢) مثلث ه د ب المتساوى الساقين متساويتان وكذلك زاويتا د ، ط من مثلث ه د ط متساويتان (١٣) و : د ر أعنى ر ب أقصر من ر ط كما تبين (١٤) فى كتاب (١٥) أقليدس و : ر ط يوتر زاوية ط د ر (١٦) فهى أعظم من ر ط د تبقى زاوية ه ط ر أصغر من زاوية ر د ه (١٧) أعنى ه ب ر (١٨) ولأن وتر ر د وهو ر ب أطول من ر ك فزاوية ر ك د أعظم من زاوية ر د ك لكن جميع ك مثل جميع د فيبقى (١٩) ه د ر (٢٠) أعنى ه ب ر أعظم من ه ك ر فزاوية ب أعظم من جميع الزوايا على المحيط إلا مقابلتها (٢١) وقد بان من هذا أن قوس أ ب التى تحد الزمان من أقل الحركة الأوجية (٢٢) إلى الوسطى أعظم من قوس ب جـ (٢٣) التى تحد الزمان الذى من الوسط إلى أكثر الحركة الحضيضية

---

(١) د : فهى .
(٢) سا ، د : فى المعدل .
(٣) سا ، د : غير موجود .
(٤) سا ، د : وزاوية .
(٥) د : بين .
(٦) سا : الخطوط الخارجة .
(٧) سا : غير موجود .
(٨) سا : الأصغر .
(٩) سا : فليكن .
(١٠) ب : ونصل - وفى سا : ولنصل .
(١١) ف : غير واضح - وفى سا ، د : ه د ، ط ه ، ك د ، ك ر ، ه ط ، ر ط .
(١٢) ف : مثل .
(١٣) [وكذلك زاويتا د ، ط من مثلث ه د ط متساويتان] : فى هامش ب .
(١٤) ف ، سا : بين .
(١٥) سا ، د : غير موجود .
(١٦) د : ط .
(١٧) سا ، د : ه د ب .
(١٨) ب : ر ب ه - وفى سا ، د : ه ب د .
(١٩) ب : تبقى .
(٢٠) د : ه د ب .
(٢١) [على المحيط إلا مقابلتها] : غير موجود فى سا .
(٢٢) ب ، ف : فى الهامش .
(٢٣) سا : ب ط .

وأن التفاوت بينهما وهو قوس الاختلاف يحدها زاوية ب لأن زاوية هـ ب ر يزيد بها زاوية أ هـ ب على قائمة وينقص بها زاوية ب هـ ح عن قائمة (*) . وأما على (١) أصل التدوير فلنبين مثل ذلك وقبل الخوض فى ذلك أقول يجب أن يعلم أولا أنه ليس بعد الكوكب عن أوج التدوير ربع (٢) دائرة بحسب الرؤية وبحسب الحقيقة

(*) نظرية (٢٤) : الفرق بين المسير الوسط والمعدل أكبر ما يمكن عند التربيع المرئى .

البرهان : فى شكل (٥٤) نفرض ا ب حـ د الفلك الخارج المركز حيث مركزه نقطة هـ ، وليكن مركز الأرض نقطة ر ، والأوج ا والحضيض حـ . نرسم الوتر ب ر د عموديا على القطر ا هـ حـ فيكون نقطتا ب ، د هما موضعا الكوكب عند التربيع المرئى .

ا ر̂ ب = ٩٠° = الوضع المرئى أو المسير المعدل .

، ا هـ̂ ب = الوضع الحقيقى أو المسير الوسط .

∴ هـ ب̂ ر = الفرق بين المسير الوسط والمعدل . والمطلوب إثبات أن هذه الزاوية تكون نهاية عظمى عند نقطتى ب ، د .

لذلك نفرض نقطتى ط ، ل على جانبى نقطة ب .   ∵ المثلث هـ د ب متساوى الساقين .

∴ هـ د̂ ر = هـ ب̂ ر   وبالمثل هـ د̂ ط = هـ ط̂ د .

∵ ر ب > ر ط   ، ر ب = د ر .

∴ د ر > ر ط .   ∴ ر ط̂ د > ط د̂ ر .

∴ ر ط̂ د + د ط̂ هـ > ط د̂ ر + ط د̂ هـ .

∴ هـ ط̂ ر > ر د̂ هـ أى > هـ ب̂ ر

∴ الفرق عند ط أقل من الفرق عند ب .

وبالمثل عند نقطة ل : ر ل > ر ب   ∴ ر ل > ر د

∴ ر د̂ ل > ر ل̂ د   لكن هـ د̂ ل = هـ ل̂ د

∴ بالطرح ينتج أن هـ ل̂ ر > هـ د̂ ر أى > هـ ب̂ ر

∴ الفرق عند ل أقل من الفرق عند نقطة ب

أى أن الفرق عند نقطة التربيع المرئى ب أكبر ما يمكن ، وينتج مثل ذلك إذا أخذنا نقطة التربيع المرئى د .

ويمكن أن نستنتج من الشكل أيضا أن :

ا هـ̂ ب - ب هـ̂ حـ = ٢ هـ ب̂ ر

أى أن الفرق بين القوس التى من الأوج إلى التربيع والقوس التى من التربيع إلى الحضيض يساوى ضعف غاية الاختلاف

(١) ف : فى الهامش   (٢) د : بربع

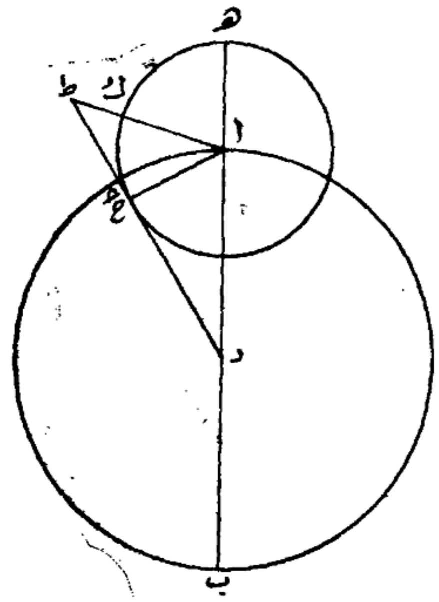
واحدا لأن[1] الذى بحسب[2] الرؤية يشتمل على أكثر الاختلاف ويقع الخط الخارج من البصر إليه مماسا لفلك التدوير ولو قطعه لكان لا يشتمل على أكثر الاختلاف لأن كل قاطع فيمكن أن توجد نقطة خارجة عن مقطعه يوصل بها [3] البصر بخط[4] مستقيم فيكون ما يوجبه من البعد عن مركز فلك التدوير أكثر فيجب أن يكون الراسم لأبعد نقطة من مركز التدوير مماسا وأما المماس على الربع الحقيقى من الجهتين فيقع موازيا لقطر التدوير ولا يمكن أن يتصل بالبصر[5] على الاستقامة فإن[6] البصر موضوع على القطر فإن وقع خط مماس متصل بالبصر وقع دون موقع ذلك الخط وإن وصل[7] بين البصر وبين موقع ذلك الخط المماس للربع بالحقيقة وقع قاطعا لفلك التدوير إليه فيمكن أن تكون فضل وراء[8] ويجب أن تكون هذه المماسة من البصر أيضا دون مقاطعة التدوير والموافق وذلك لأنه لو كان عند المقاطعة وأخرجنا من مركز التدوير خطا إليها كانت الزاوية التى تحدث منهما[9] مساوية للتى تحدث عند المركز من القطر المار بالمركزين وذلك الخط الخارج من مركز التدوير لتساوى ساقى المثلث فلم يكن عمودا وإلا[10] كان فى مثلث واحد قائمتان ولا[11] تقع[12] هذه المماسة[13] أيضا أبعد من نقطة المقاطعة لأن المماسة لو كانت هناك لكانت الزاوية الكائنة منها ومن نصف قطر التدوير أعظم من التى عند المركز لأنها قائمة ولكان[14] الخط الواصل بين[15] المركزين أطول من هذا[16] الخط

(١) سا : إلا أن
(٢) ف : غير واضح
(٣) ف : إليه – وفى سا ، د : به
(٤) د : فخط
(٥) ب : البصر
(٦) سا : لأن
(٧) د : وقع
(٨) سا : غير واضح
(٩) د : منها
(١٠) ف : ولا
(١١) ج : فلا
(١٢) سا : تقع
(١٣) سا : للمماسة
(١٤) سا ، د : وكان
(١٥) ف : غير واضح
(١٦) ب : غير موجود – وفى ف : فى الهامش

المماس [1] وهو مساو لبعضه هذا خلف وأيضا لكانت الزاوية التى تحدث من الخط المماس وقطر التدوير قائمة وأعظم من نظيرتها لو وقعت [2] عند المقاطعة وكانت التى عند المركز من المماسة أيضا أعظم من التى عند المركز [3] للمقاطعة لأن التى للمقاطعة يكون بعضا منها تبقى الثالثة أصغر من نظيرتها فى الأولى فيكون فضل الاختلاف الذى [4] توجبه تلك الزاوية التى من المماسة أصغر من فضل اختلاف آخر [5] وتلك زاوية غاية الاختلاف هذا خلف . فقد بان أن موقعه دون المقاطعة التى بين التدوير والموافق فبين من هذا أن قوس غاية الاختلاف أعظم من القوس [6] المنفرز بين مركز التدوير وقطع الموافق « د » فليكن فلك أ ب حـ هو الموافق المركز على د و : هـ ر ح [7] التدوير [8] على أ والقطر المار عليهما [9] معا ب د ر أ هـ ونقطة البعد [10] المرئى نقطة ح ونضع أن حركة التدوير على الموافق يقسم الحامل إلى [11] أقسام [12] شبيهة بأقسام حركة الكوكب على التدوير ولأن زاوية أ د ح [13] التى [14] بفعل الاختلاف بين المسير [15] الوسط التى [16] عند هـ ، أ والمرئى [17] الذى عند ح وفرض ح على الربع بالرؤية

(1) د : غير موجود
(2) سا : غير واضح
(3) سا : الممكن
(4) د : التى
(5) سا : الخز
(6) د : القوسين
(7) سا : [د و ، هـ ، ر ع]
(8) سا ، د : للتدوير
(9) د : عليها
(10) سا ، د : الربع
(11) سا : غير موجود
(12) ب ، ف ، سا ، د : بأقسام
(13) سا ، د : أ د حـ
(14) سا ، د : هى التى
(15) د : غير واضح
(16) سا ، د : الذى
(17) ب : المرئى

فزاوية د غاية فضل الاختلاف والتعديل وإذا [١] كان د ح [٢] مماسا ف : أ ح يقع لا محالة عليه عمودا [٣] فإذا أخرجنا على أ عمودا على القطر فعل الربع الحقيقي على ك كانت زاوية ك أ ح مساوية لزاوية د فلنخرج [٤] أ ك ليلاقي د ح على ط وليلتقيان [٥] لأن مجموع زاويتي [٦] ط د ر ، ط أ د [٧] أقل من قائمتين فلأن زاوية ط مشتركة وزاوية أ [٨] من مثلث ط أ د [٩]



شكل (٥٥)

مثل زاوية ح [١٠] من مثلث ح ط أ [١١] تبقى زاوية ط أ ح مثل زاوية د وهما فضل الاختلاف وبين [١٢] من جميع هذا أن قوس هـ ح بحد الزمان من أقل الحركة

---

(١) د : وإذا
(٢) د : حـ ج
(٣) ف : عمود ا — (٤) ب : فنخرج
(٥) سا ، د : ويلتقيان
(٦) سا : زاويتي مجموع
(٧) ف : د ، ط ا د — وفى سا : د ، و ط ، ا د
(٨) سا : ا ط ، ا د
(٩) [من مثلث ط ا د] : غير موجود فى سا
(١٠) ف ، سا ، د : حـ
(١١) ف : حـ ر ا — وفى سا : حـ د ا
(١٢) سا ، د : فبين

إلى الوسطى وهو أعظم من قوس ر ح التى يحد من الوسطى إلى أكثر الحركة وأن الفضل بينهما ضعف قوس ك ح (١) أعنى ضعف (٢) قوس أ ح التى يشبهها (٣) وإنما كان الفضل بالضعف (٤) لأن أحدهما ينقص به عن الربع الحقيقى والآخر يزيد به عليه(*) . وقد تبين من هذا أيضا أن فى الأصلين جميعا إنما تكون(٥) الحركة شبيهة بالوسطى (٦) وموافقة لها حيث يبلغ (٧) غاية فضل (٨) الاختلاف وليس

---

(١) سا ، د : ع ط (٢) سا : غير موجود

(٣) ب : تشبهها (٤) د : بالضعف قوس ع ط أعنى ضعف قوس ا ح

(*) برهان نظرية (٢٤) فى حالة فلك التدوير

تقول نظرية فلك التدوير أن الكوكب يتحرك على محيط دائرة صغيرة تسمى فلك التدوير وهذه الدائرة يتحرك مركزها على محيط دائرة البروج على أن يتحقق شروط هى :

١ — حركة الكوكب على محيط التدوير تكون فى عكس اتجاه حركة مركز التدوير

٢ — يقطع الكوكب زاوية تدويرية مساوية للزاوية التى يقطعها مركز التدوير

٣ — نصف قطر التدوير يساوى البعد بين مركز العالم ومركز الخارج أو النسبة بينهما تساوى النسبة بين نصف قطر البروج ونصف قطر الخارج

ومن هذه الصورة يتضح أن المحل الهندسى للكوكب هو دائرة مركزها خارج عن مركز العالم وهى نفس نظرية الفلك الخارج المركز . فاذا كان الكوكب عند التربيع حسب الرؤية يكون قد سار على فلك التدوير زاوية أكبر من ٩٠ درجة .

وفى برهان نظرية (٢٤) فى حالة فلك التدوير اعتبر ابن سينا (شكل ٥٥) فلك التدوير ه ح ر ثابتا وأن الكوكب قد سار على محيطه زاوية ه ا ع أكبر من ٩٠ درجة أى أن ه ا ع هى الزاوية الحقيقية التى سارها الكوكب . فاذا أخذنا نقطة ع بحيث كان الخط الخارج من الأرض د إليها يماس ذلك التدوير كانت زاوية د ع ا تساوى ٩٠° ويمكن اعتبارها بديلا عن التربيع المرئى . وفى هذه الحالة تكون زاوية ا د ع تساوى ه ا ع — د ع ا = الفرق بين المسار الحقيقى والمرئى عند التربيع

وواضح أن هذه الزاوية هى أكبر ما يمكن عندما يكون د ح مماسا لتدوير أى عند التربيع المرئى = غاية الاختلاف . .

ويمكن أيضا أن نستنتج كما سبق أن الفرق بين القوس التى من الأوج إلى التربيع والقوس التى من التربيع إلى الحضيض = ضعف غاية الاختلاف .

لأننا إذا رسمنا من ا المستقيم ا ل ط عموديا على القطر ه ا ر ليقطع محيط التدوير فى ل وامتداد د ع فى ط كانت زاوية ل ا ع = زاوية ا د ع = غاية الاختلاف

∴ القوس ل ع تقابل زاوية مساوية لغاية الاختلاف

لكن القوس من الأوج إلى التربيع المرئى = ه ع = ه ل + ل ع

والقوس من التربيع المرئى إلى الحضيض = ع ر = ل ر — ل ع

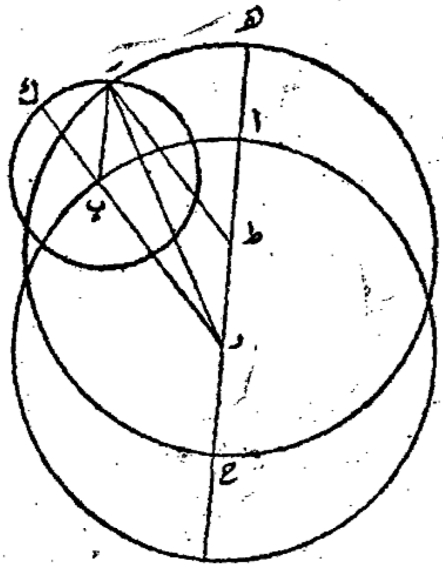
لكن ه ل = ل ر

∴ الفرق بين القوسين = ٢ ل ع = ضعف غاية الاختلاف وهو المطلوب

(٥) د : يكون (٦) سا ، د : الوسطى

(٧) سا : تبلغ (٨) ب : فى الهامش

اتفاق الأصلين إنما هو على غاية الاختلاف فقط بل وعلى (١) الاختلافات الجزئية في القسي الجزئية فإنه يعرض إذا حفظت الأصول أن يكون التعديل واحدا (٢) في الأزمنة المتساوية أعني بالتعديل فضل الاختلاف وسواء كانت النسبة فيهما واحدة أي (٣) إن كان نصف قطر التدوير مساويا للخط الواصل بين المركزين أو كانت النسبة متشابهة أي كانت (٤) نسبة نصف قطر التدوير إلى الخط الواصل بين المركزين (٥) كنسبة نصف قطر الموافق إلى (٦) نصف قطر الخارج . ولنضع أولا أن (٧) النسبة واحدة وليكن ا ب ح الموافق ومركزه د و : ر ك (٨) التدوير على مركز ب و : هـ ح (٩) الخارج ومركزه ط والقطر المشترك بين



شكل (٥٦)

الموافق والخارج هـ د ح ومركز التدوير قد قطع أ ب والكوكب قطع ك ر شبيه (١٠)

---

(١) د : على
(٢) د : واحد
(٣) سا ، د : غير موجود
(٤) د : كان
(٥) [بين المركزين] : غير موجود في سا ، د
(٦) (نصف القطر الموافق إلى) : غير موجود في سا
(٧) سا ، د : غير موجود
(٨) سا : [د و ر ، ك ل]
(٩) ف ، سا ، د [و : هـ د ع]
(١٠) ف ، د : نسبة

أبَ ولنصل ط ر ، د ر ، ر ب و : د ب ك (١) فلأن ط د ، ر ب (٢) كما فرضنا متساويان (٣) ف : ط ر ، د ب (٤) متساويان أيضا فالسطح متوازى الأضلاع فزاوية ط ر د التى هى فضل الاختلاف فى أصل الخارج مساوية لمبادلتها ر د ك وهو فضل الاختلاف فى أصل التدوير . وأيضا أ د ب الداخلية مثل أ ط ر الخارجة المقابلة و : ر ب ك الخارجة أيضا فالقسى الثلاث متشابهة ومكان الكوكب فيها واحد وفضل الاختلاف فيها (٥) واحد فى زمان واحد ويبين (٦) هذا بعينه فى أى قوس فرض(*) . « و » وأما بيان ذلك والنسب متشابهة فليكن أب‍ح(٧) الحامل على (٨) د (٩) وفلك (١٠) التدوير ه ر على ب (١١) وقطع (١٢)

---

(١) ف : [ط ر ، د ر ، د ب و : ط ب ك] — وفى سا : [ط ر د ر ، د ب ، ك] — وفى د : [ط ر ، و ر ، ب ك]

(٢) سا : ط ، د ر ، ب — وفى د : ط و ر ب

(٣) ف : متساويين

(٤) سا : [و : ط ر ، د ب]

(٥) سا ، د : غير موجود (٦) د : ونبين

(*) نظرية (٢٥) : زاوية الاختلاف (الفرق بين الموضع الحقيق والمرئى) فى لحظة معينة متساوية فى كلا نظريتى الخارج المركز وفلك التدوير

البرهان : إذا اعتبرنا نصف قطر التدوير = البعد بين مركز العالم ومركز البروج .

فى هذه الحالة (شكل ٥٦) ليكن أ ب ح البروج مركزه د ، ر ك التدوير مركزه ب ، ه ح الخارج مركزه ط . ولنفرض أن مركز التدوير سار من ا إلى ب فتحرك الكوكب من نقطة ك إلى نقطة ر حيث

ك ب^ ر = ا د^ ب ، ر ب = ط د

∴ الشكل ط د ب ر متوازى أضلاع

∴ ط ر^ د = ب د^ ر

لكن ط ر د = زاوية الاختلاف فى حالة نظرية الخارج المركز

، ب د ر = « « « « « فلك التدوير

ومن ذلك ينتج المطلوب

(٧) سا ، د : أ ب ح

(٨) سا ، د : وعلى

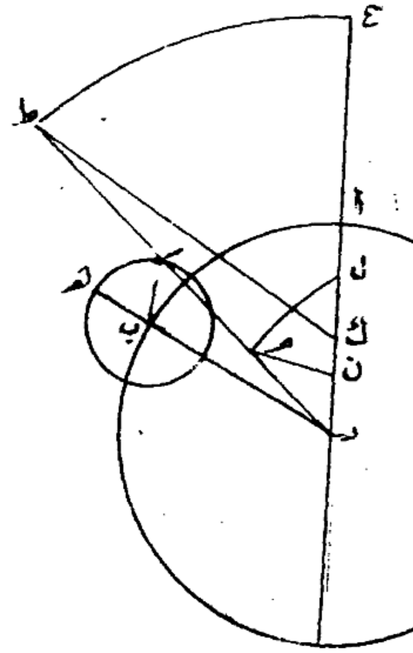
(٩) سا ، د : ب

(١٠) سا ، د : فلك

(١١) [ه ر على ب] : غير موجود فى سا ، د

(١٢) د : غير موجود

فلك التدوير(١) أ ب وقطع الكوكب هـ ر شبيها ب : ا ب (٢) ولتكن(٣) مرة فلك الخارج أكبر (٤) من الحامل وهو فلك ح ط على (٥) مركز ك ومرة أصغر (٦) منه وهو ل م على مركز ن (٧) والشرط أن يكون نسبة نصف (٨) قطر التدوير إلى أى الواصلين نسب إليه من المذكورين كنسبة نصف قطر الحامل إلى نصف قطر(٩) الخارج ولنخرج ب ر(١٠) وأيضا د ر يمر (١١) على م من قوس ل م إلى ط من قوس ط ح ويخرج د ب إلى هـ الأوج فنقول إن هذه القسى كلها متشابهة فلأن ر هـ شبيهة ب : ا ب فزاوية ر ب هـ مساوية ل : أ د ب،ف : ب ر ، د ا متوازيان وزاوية ب ر د (١٢) من مثلث ر د ب مثل



شكل (٥٧)

---

(١) د : فلك التدوير وقطع فلك التدوير وقطع فلك التدوير
(٢) سا : [ا : ا ب] - وفى د : [ب : ا ب]
(٣) سا : وليكن
(٤) ف ، سا : أكثر
(٥) د : غير موجود
(٦) سا ، د : فلك أصغر
(٧) ف ، سا : ر -- وفى د : غير موجود
(٨) [الحامل إلى نصف قطر] : غير موجود فى د
(٩) سا : غير موجود
(١٠) ف : ب د
(١١) سا : تمر
(١٢) سا ، د : ر ب د

زاوية ر د أ المتبادلتان وزاوية د مشتركة بين مثلثي م د ن ، ك ط د (١) وهما متناسبا الأضلاع المحيطة بالزاوية لأجل مناسبة أضلاع ب ر د لأضلاعهما (٢) ولأجل (٣) تساوي الزوايا المتبادلة وتناسب الأضلاع المحيطة بها فإن نسبة ب ر إلى د ر ك : دك (٤) إلى د ط و : د ن إلى م د (٥) لما فرضنا أن نسبة ب ر إلى د ك و إلى د ن مثل نسبة د ب إلى ط ك وإلى م ن ونسبة د ر إلى د ظ وإلى د م (٦) فيصير الزوايا المتناظرة من الثلاثة (٧) متساوية فزوايا (٨) ر د ب ، د ط ك ، د م ن (٩) متساوية فخطوط (١٠) ب د ، م ن ، ط ك (١١) متوازية فتصير زوايا أ د ب ، ح ك ط ، ل ن م (١٢) متساوية فالقسي (١٣) متشابهة وحينئذ يكون الكوكب مرتبا على خط واحد لا يختلف في الرؤية (١٤) وهو د م ر ط وذلك عندما يكون الكوكب على ط و : م و : ر و (*) والنسبة

---

(١) سا : م د ر ، رك ط – وفي د : ب د ر ، ك ط د

(٢) سا ، د : [أضلاعهما أضلاع ب ر د] بدلا من [أضلاع ب ر د أضلاعهما]

(٣) سا ، د : لأجل

(٤) سا : [و : د ك]

(٥) [و : د ن إلى م د] : غير موجود في سا – وفي د : [و : د ر إلى ح ر]

(٦) (وإلى د ن مثل نسبة د ب إلى ط ك وإلى م ن ونسبة د ر إلى د ط وإلى د م] : غير موجود في سا ويوجد بدلا عن ذلك [مثل نسبة د ا إلى ا ط ونسبة د ر إلى د ا]

(٧) سا : الثلاث

(٨) سا : فزاويتا

(٩) سا : ر د ب ، د ط ك ، د م ر

(١٠) سا : بخطوط

(١١) سا : ب د ، م ر ، ط ك

(١٢) ف : ا د ب ، ح ك ط ، ل ر م – وفي سا : ا د ب ، ح ط ك ، ل ر م

(١٣) سا : والقسي

(١٤) ف ، سا ، د : الزاوية

(*) برهان نظرية (٢٥) في حالة اعتبار أن

$$\frac{\text{نصف قطر التدوير}}{\text{البعد بين مركز العالم ومركز الخارج}} = \frac{\text{نصف قطر البروج}}{\text{نصف قطر الخارج}}$$

لنفرض ا ب حـ البروج أو الموافق وليكن مركزه د (شكل ٥٧) ، ر هـ التدوير مركزه ب ، ح ط الخارج إذا كان اكبر من البروج ومركزه ك ، ل م الخارج إذا كان أصغر من البروج ومركزه ن .

المفروض أن مركز التدوير سار من ا إلى ب وأن الكوكب تحرك من هـ إلى ر

والمفروض أيضا أن $\frac{\text{ب ر}}{\text{ك د}} = \frac{\text{ب د}}{\text{ط ك}}$ وأن $\frac{\text{ب ر}}{\text{ن د}} = \frac{\text{ب د}}{\text{م ن}}$

هذه(١) «ر» . ونقول أيضا إن القسى المتساوية من البعد الأبعد والأقرب فى جهتين بحسب الرؤية تفعل (٢) اختلافا واحدا إلا أن (٣) الذى يقع منها فى جانب الأوج ينقص التعديل والذى من جانب الحضيض يزيده والأمر سواء فى الأصلين ولنبين ذلك فى أصل الخروج عن (٤) المركز لنخرج من مركز الأرض وهو نقطة ر خطا (٥) مقاطعا للقطر كيف ما (٦) اتفق مثل (٧) د ر ب وهو لا محالة يفصل د ج ، أ ب (٨) متساويين بالرؤية لأن الزاويتين المتقاطعتين متساويتان ونصل د هـ ، هـ ب فظاهر (٩) أن زاويتى د و ب متساويتان لتساوى الساقين

والمطلوب إثبات أن زاوية الاختلاف واحدة فى الحالتين

∵ ر بٓ هـ = ا دٓ ب   ∴ ا د يوازى ب ر   ∴ ب رٓ د = ا دٓ ر

لكن (ب ر)/(ب د) = (حا ب د ر)/(حا ب ر د) = (حا ب د ر)/(حا ا د ر) ، (ل د)/(ط ل) = (حا ط)/(حا ا د ر)

وحيث أن (ب ر)/(ب د) = (ل د)/(ط ل)

∴ زاوية ط = زاوية ب د ر

وبالمثل يمكن إثبات أن زاوية م = زاوية ب د ر

∴ ب دٓ ر = طٓ = مٓ

لكن ب دٓ ر = زاوية الاختلاف فى حالة فلك التدوير

، طٓ = » » » » الخارج المركز الأكبر

، مٓ = » » » » » » » الأصغر

ومن ذلك ينتج المطلوب

(١) سا : هاذه

(٢) ف : غير واضح — وفى سا ، د : يفعل

(٣) ف : لأن — وفى سا : الآن

(٤) ب : من

(٥) سا ، د : غير موجود

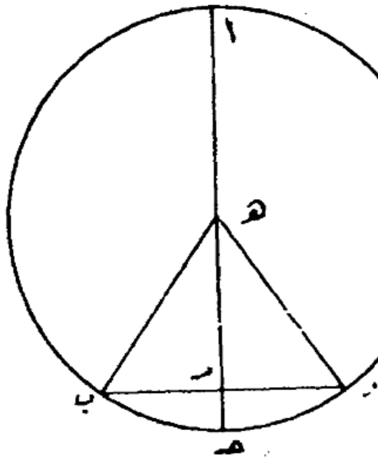
(٦) سا : غير موجود

(٧) سا : مل مثل

(٨) سا ، د : دج ، اب

(٩) سا ، د : وظاهر

لكن زاوية د ه ر أصغر من خارجة د ر ح التي للمسير المختلف(١) عند الحضيض ومن زاوية أ ر ب عند الأوج التي هي مثل زاوية د ر ح التي عند الحضيض بزاوية د وهي الفضل بين الذي يرى وبين الوسط فزاويتا د ، ب المتساويتان هما التفاوت بين الذي يرى وبين الوسط (٢) وبه (٣) كان الوسط (٤) أكثر من المعدل المرئي تارة وأصغر منه تارة وهما سواء فإذن (٥) الزيادة والنقصان فيهما شيء واحد(*) « ح »



شكل (٥٨)

---

(١) ف : في الهامش

(٢) [فزاويتا د ، ب المتساويتان هما التفاوت بين الذي يرى وبين الوسط] : في هامش ب ومكرر في سا

(٣) ف : غير موجود　　　(٤) سا ، د : إلى الوسط

(٥) سا ، د : فاذا

(*) نظرية (٢٦) : إذا تساوت زاويتا الرؤية إحداهما من الأوج والأخرى من الحضيض في اتجاهين مختلفين فان زاويتي الاختلاف تكونان متساويتين

البرهان : في شكل (٥٨) ، ليكن ر مركز العالم ، ه مركز الفلك الخارج ولنرسم أي وتر د ر ب فتكون أ رٓ ب = د رٓ حـ فهما إذن متساويتان للرؤية وإحداهما مقاسة ابتداء من الأوج بينما الأخرى مقاسة من الحضيض

أ ه ر هي الزاوية الحقيقية عند الأوج ، حـ ه د الحقيقية عند الحضيض

∴ ه بٓ ر = أ ه ر − أ ر ب = زاوية الاختلاف لقوس الأوج

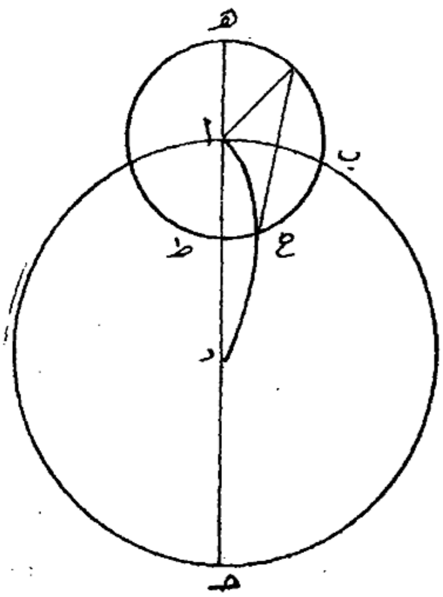
، ه د ر = ه ر ب − حـ ه د = د ر حـ − حـ ه د = زاوية الاختلاف لقوس الحضيض ونلاحظ أن إحداهما بالزيادة والأخرى بالنقصان

فمن المثلث ه د ب المتساوي الساقين ينتج أن :

ه بٓ ر = ه دٓ ر

أي أن زاويتا الاختلاف متساويتان وهو المطلوب

وأما على أصل فلك التدوير فليكن القوسان من فلك التدوير قوسى (١) هـ ر ، ط ح كيف اتفق بعد أن يفصلهما خط واحد خارج من د الذى هو مركز الموافق فمعلوم أنهما فى الرؤية (٢) متساويان أى يفعلان (٣) اختلافا واحدا لأن فضل الاختلاف وهو (٤) زاوية د فيهما (٥) جميعا واحد بعينه لكن القوسين (٦) فى الحقيقة مختلفان فلنصل أ ح ، أ ر فزاوية هـ ا ر (٧) أعظم من أ ر د أعنى (٨) بزاوية أ د ر و : أ ح ر أعظم من د ا ح (٩) الداخلة (١٠) بزاوية (١١) د ولكن قد



شكل (٥٩)

تبين أن زاوية ر هى زاوية الحركة التى ترى عند الأوج لأن الفضل بينها (١٢)

(١) ب ، سا ، د : قوسا
(٢) سا ، د : الزاوية
(٣) سا : يفعلون
(٤) سا ، د : وهى
(٥) سا ، د : فهما
(٦) ف : القوس
(٧) [فزاوية هـ ا ر] : غير موجود فى سا
(٨) ب : غير موجود — وفى ف : فى الهامش
(٩) ف : ا د ح — وفى سا ، د : د ا ح
(١٠) سا : الداخل
(١١) [بزاوية د] : غير موجود فى سا
(١٢) ب ، سا ، د : بينهما

وبين الخارجة التي هي هـ أ ر التي للوسط هو زاوية د فزاوية (١) ر ناقصة عن زاوية هـ أ ر التي للوسط بزاوية د وأما عند الحضيض فزاوية الحركة التي ترى هي زاوية أخرى (٢) مساوية (٣) ل : ر ح أ (٤) وتزيد على الزاوية الوسطى (٥) التي (٦) هي (٧) زاوية ط أ ح بزاوية د أيضا ثم هي في الحقيقة ناقصة عن هـ ا ح (٨) بزاوية د وزائدة على ح أ ط بزاوية د أيضا (٩) فإذن (١٠) الحركة الوسطى في أبعد البعد تزيد على المرئية (١١) بمثل ما تنقص (١٢) في أقرب (١٣) القرب عن المرئية (١٤) إذا كانت النسبة هكذا (*) .

---

(١) سا ، د : وزاوية

(٢) سا ، د : أ ع

(٣) سا ، د : ومساوية

(٤) ف ، سا ، د : [ل : ا د ع]

(٥) سا ، د: الوسط (٦) سا ، د : الذى

(٧) سا ، د : هو

(٨) ف ، سا ، د : هـ أ ر

(٩) سا : غير موجود

(١٠) سا ، د : فإذا

(١١) سا ، د : المرتبة

(١٢) سا ، د : ماينقص

(١٣) سا ، د : أوقات أقرب

(١٤) سا ، د : المرتبة

(*) برهان نظرية (٢٦) فى حالة فلك التدوير

فى شكل (٥٩) أ ب ـ البروج ومركزه د ، هـ ر ع ط التدوير ومركزه أ فإذا رسمنا أى قاطع د ع ر ليقطع التدوير فى نقطتى ع ، ر وفرضنا أن الكوكب عن إحدى هاتين النقطتين فى هذه الحالة :

أ ر د = زاوية الرؤية عند ر بالنسبة للأوج

، أ ع د = زاوية الرؤية عند ع بالنسبة للأوج

∴ زاوية الرؤية عند ع بالنسبة للحضيض = ١٨٠ − أ ع د = أ ع ر

لكن فى المثلث المتساوى الساقين أ ر ع :

أ ر̂ د = أ ع̂ ر

∴ زاويتا الرؤية متساويتان وإحداها من الأوج والأخرى من الحضيض

لكن زاوية الاختلاف فى الحالتين = أ د ر

∴ إذا تساوت زاويتا الرؤية إحداها من الأوج والأخرى من الحضيض كانت زاوية الاختلاف فى الحالتين واحدة ونلاحظ أنها فى أحدها = الحقيقى − المرئى وفى الأخرى = المرئى − الحقيقى

وبذلك يثبت برهان النظرية

فصــل

فيما (١) يظهر للشمس من اختلاف الحركة (٢)

ثم شرع بطليموس فى تحقيق الاختلاف الذى للشمس فقال لما كانت عودات الشمس تكون فى زمان سواء وكان قطعها للأرباع ليس يرى فى زمان سواء وكذلك القسى المتساوية التى هى أصغر من الأرباع ليست (٣) سواء (٤) بل كان مسيرها المرئى مختلفا إلا أن اختلافه فى أمكنة واحدة بعينها وكان أصل الخروج أولى وجب أن نطلب قانون تعديله على أصل الخروج ونبدأ أولا بتقدير الخط الواصل بين المركزين وموضع البعدين الأبعد والأقرب من فلك البروج وذكر أن أبرخس لما عرف بالرصد أن مدة ما بين الاعتدال الربيعى إلى الانقلاب الصيفى (٥) أربعة وتسعون يوما ونصف يوم ومن ذلك الانقلاب إلى الخريفية (صب) يوما ونصف يوم استخرج منه أن نسبة الخط الواصل أنه (٦) جزء من (كد) من نصف قطر (٧) الخارج وأن البعد الأبعد يتقدم (٨) المنقلب الصيفى (كدل) بالتقريب إذ هو لا محالة فى هذا الربع لأن المسير (٩) فيه (١٠) أبطأ جدا (١١) واستحسن بطليموس طريقة أبرخس وبين أن الأمر على ما ذكره بحسب أرصاده فإنه وجد برصد رصده من الخريفية إلى الربيعة (قعح) يوما وربع يوم (١٢) ومن الربيعية إلى الصيفية (صد) يوما ونصف يوم وأن من هذا يجب أن يكون الأوج ونسب الخطوط على ما قال أبرخس «ط» فلتكن دائرة أ ب حـ د فلك البروج على هـ ودائرة ط ك ل م (١٣) فلك الخارج المركز (١٤) على ر وتقاطع قطرى أحـ ،

---

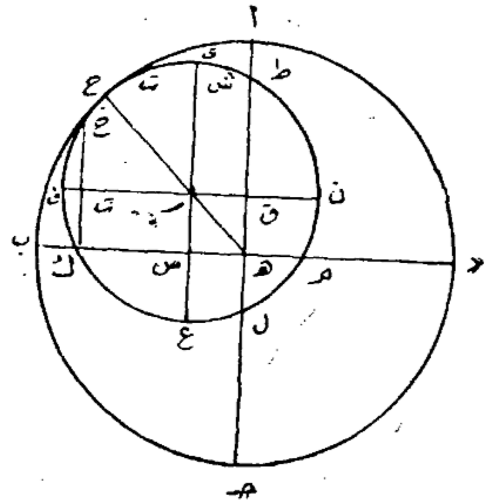
(١) ف : فى ما
(٢) [فصل فيما يظهر للشمس من اختلاف الحركة] : غير موجود فى سا ، د
(٣) سا ، د : ليس (٤) سا ، د : سوى
(٥) سا ، د : الربيعى
(٦) ب : غير موجود – وفى ف : بين السطرين
(٧) سا ، د : القطر
(٨) سا ، د : يبعد من
(٩) سا ، د : المشرقية
(١٠) سا ، د : غير موجود
(١١) ب : غير واضح
(١٢) [وربع يوم] : غير موجود فى سا ، د
(١٣) ف ، سا ، د : ط ك ل
(١٤) سا : عن المركز

ب د (١) على قوائم وأطرافها النقط الأربع وليكن (٢) الربيعية و : ب الصيفية ومن نقطة ر (٣) خط رس ع (٤) موازيا ا : أ جـ (٥) يقطع ب د على س و : ف ن موازيا ا : ب (٦) د يقطع أ جـ على ق ولأن ر ى (٧) خارج (٨) من المركز و : ق ط من نقطة أخرى على قطر آخر (٩) فخط رى (١٠) أطول من ق ط (١١) فعمود ط ش (١٢) على رى (١٣) من قط على د ب الموازى لرب يقع داخل الدائرة فيقطع رش (١٤) مثل ق ط ولنخرجه إلى ث (١٥) فينصف (١٦) طث (١٧) على (١٨) ش (١٩) لا محالة (٢٠) ولنخرج كذلك ك ت خ (٢١) منصفا (٢٢) على ت (٢٣) فيكون نقط ط ك ل م هى النقط الأربع فى الخارج و : ط بإزاء (٢٤) الربيعية و : ك

---

(١) سا ، د : ا ح ، **ب** د
(٢) سا ، د : ولتكن
(٣) سا ، د : **ن**
(٤) ف : **ن** س ع – وفى سا ، د : ر ع
(٥) سا ، د : [ل : ا ح]
(٦) سا ، د : [و : **ب** ر]
(٧) ف : د ب – وفى سا ، د : ر **ب**
(٨) سا ، د : غير موجود
(٩) سا ، د : ا د – وفى ف : قطر **ط** ر ا جـ حيث [ا حـ] فى الهامش
(١٠) ف : د **ب** – وفى سا ، د : ر **ن**
(١١) [من **و** ر **ط**] : غير موجود فى سا ، د – وفى ف : ف **ط**
(١٢) سا ، د : **ط** س
(١٣) ف : [**ط** ش من ق ط على د **ن** الموازى ا : ر **ب**] – وفى هامش ب : [من ق **ط** إلى ر **ى** الموازى ا : ر **ن**]
(١٤) سا ، د : ر س
(١٥) ف : ت
(١٦) سا ، د : فيتنصف
(١٧) ف ، سا ، د : **ط ب**
(١٨) سا ، د : لا محالة على
(١٩) ف ، سا ، د : س
(٢٠) سا ، د : غير موجود
(٢١) ف : **ك** ث د ع – وفى سا ، د : **ك** د ع
(٢٢) ف : منتصفا
(٢٣) ف : ث – وفى سا ، د : غير واضح
(٢٤) ف : باراء .

بإزاء ب الصيفية وكذلك البواقى وقد علم برصد بطليموس أن ك ل م فى كم مدة قطع فقد علم إذن أجزاؤه من المسير الوسط فيعلم نقصان ك م (١) من النصف وهو ضعف قوس ف ك وعلم (٢) أن ك ع نصفه وعلم أنه (٣) كم نقص عن الربع فنقصانه (٤) بقوس (٥) ك ف (٦) فقوس ك ف (٧) معلومة و يعلم برصد (٨)



شكل (٦٠)

بطليموس ك ط و : ك ف معلوم فيعلم ط ى(٩) الزيادة على الربع وليخرج الخط الواصل بين المركزين إلى فلك البروج وهو هـ ر ح فلأن الحركة البطيئة فى النصف الشمالى ومن الربعين فى ك ط ففيه الأوج وهو عند نقطة ح (١٠) فلأن(١١) قوس ط ى(١٢)

---

(١) سا ، د : د ل م
(٢) سا ، د : غير موجود
(٣) ب : غير موجود - وفى ف : بين السطرين
(٤) سا ، د : بنقصانه
(٥) سا : غير واضح
(٦) سا : د : ك ب
(٧) سا ، د : ك ب
(٨) سا : د : غير موجود
(٩) ف ، سا ، د : ط ن
(١٠) سا : ج
(١١) ب : ولأن
(١٢) ف ، سا ، د : ط ن

معلومة (١) فضعفه ط ث (٢) معلوم (٣) فوتره ط ش ث (٤) معلوم فنصفه ط ش (٥) معلوم وكذلك ك ت (٦) معلوم فإذن (٧) ق ر ، ر س (٨) الموازيان لهما معلومان وذو أربعة أضلاع ق هـ س ر (٩) معلوم الأضلاع و : هـ ر وتر القائمة وهو (١٠) الخط الواصل معلوم فزوايا (١١) المركز من المثلث معلومة فزاوية أ هـ ح أعنى قوس أ ح معلومة فقد علمت نسبة (١٢) الواصل إلى نصف قطر الحامل وعلم بعد الأوج من الربيعية والأرباع من الخارج (١٣) معلومة(*) . وقد خرج

(١) سا : معلوم
(٢) ف : ط ب
(٣) ب : فمعلوم
(٤) ف : ط س ت – وفى سا : ط ش ب
(٥) سا ، د : ط س
(٦) ف ، سا ، د : ك ث
(٧) سا ، د : فإذا
(٨) ف : ق ن ، ر ش
(٩) ب ، د : و ب س
(١٠) ب ، د : و ص
(١١) سا : د : وزوايا
(١٢) سا : بسبب
(١٣) [من الخارج] : فى هامش ب ، ف
(*) طريقة تعيين موقع الأوج إذا عرفت الفترات بين بعض النقط الأساسية الأربعة (الاعتدالين والانقلابين)

البرهان : برهن ابن سينا ذلك فى حالة خاصة اعتمد فيها على أرصاد بطليموس . ونلاحظ أن ابن سينا ذكر أن هذه الأرصاد تعطى المدة من نقطة الخريف إلى نقطة الربيع ومقدارها $178\frac{1}{4}$ يوما وكذلك المدة من نقطة الربيع إلى نقطة الصيف وهى ٩٤ يوما ، ولكن البرهان الذى ساقه يتصل بمعرفة المدة من نقطة الصيف إلى الشتاء ومن نقطة الربيع إلى الصيف .

فى شكل (٦٠) ا ب حـ د البروج ومركزه هـ والمستقيمان ا حـ ، ب د قطران متعامدان . ونفرض أن ا نقطة الربيع ، ب الصيف ، حـ الخريف ، د الشتاء وبذلك تكون المدة من نقطة ب إلى حـ إلى د تساوى $178\frac{1}{4}$ يوما ومن نقطة ا إلى ب ٩٤ يوما

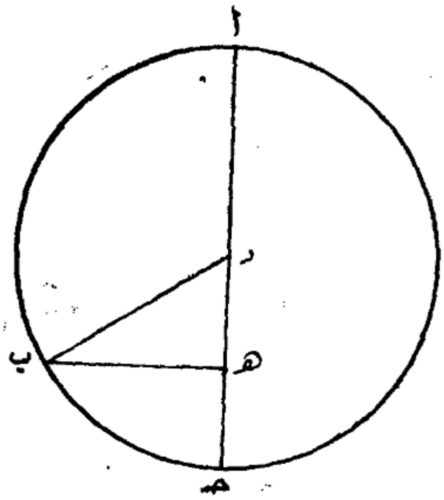
∴ أكبر مدة بين نقطتين هى التى من ا إلى ب

∴ الحركة أبطأ فى ذلك الربع

∴ الأوج يقع فى تلك المنطقة ، وبذلك يكون مركز الخارج واقعا فى ذلك الربع نفرض أن مركز الخارج هو نقطة ر وأن دائرة الخارج هى ط ك ل م حيث ط ، ل نقطتا تقاطعها مع ا حـ ، ك ، م نقطتا تقاطعها مع ب د

∴ كانت الشمس تقابل نقطة ط فى الربيع ، ك فى الصيف ، ل فى الخريف ، م فى الشتاء

مكان الأوج ونسبة الواصل على ما ذكر أبرخس فلما كان أوج الشمس حيث وجده أبرخس (١) حكم (٢) أن أوج الشمس ثابت غير متحرك وأما المتأخرون فلما رصدوا فى أيام المأمون على هذه السبيل بعينها وجدوا أوج الشمس زائلا عن الموضع الذى ذكره أبرخس على حسب حركة الكواكب الثابتة وكذلك وجدناه (٣) فى



شكل (٦١)

∴ المعلوم من الرصد هو قوسا ك ل م ، ا ب

نرسم القطرين ى ر ع ، ف ر ن موازيان للقطرين المتعامدين ا حـ ، ب د ويقطعاها فى نقطتى ق ، س . ونرسم الوتر ط ش ث موازيا للقطر ف ر ن وقاطعا القطر الآخر فى نقطة ش ، وكذلك نرسم الوتر ك ت خ موازيا ى ر ع وقاطعا الآخر فى نقطة ت .

وأخيرا نصل هـ ر ونمده ليقابل المحيط فى نقطة ح فتكون هى الأوج وتكون الزاوية ا هـ ح هى بعد الأوج عن نقطة الربيع وهى المطلوب إيجادها .

∵ القوس ك ل م معلوم

∴ ١٨٠ − ك ل م = ٢ ك ف معلوم

∵ ط ك معلوم

∴ ط ك − ك ف = ط ف معلوم

∴ ط ف − ٩٠ = ط ى معلوم

ومن ك ف ، ط ى نعرف ضعفيهما ك خ ، ط ث ومن ذلك نعلم وتريهما ك خ ، ط ث ونصفا الوترين هما ك ت ، ط ش

لكن ك ت = ق هـ ، ط ش = ق ر

∴ فى المثلث ق هـ ر : نعرف ق هـ ، ق ر ، البعد بين المركزين هـ ر

∴ يمكن تعيين زاوية ا هـ ح وهو المطلوب

(١) سا : ابرجس (٢) سا ، د : فحكم

(٣) سا : وجدنا

صدنا بعد تصنيفنا هذا الكتاب. «ى» ثم شرع بطليموس فى تبيين غاية الاختلاف وأنها عند اثنين وتسعين جزءا وثلاث(١) وعشرين دقيقة من الأوج فى الخارج أو فى التدوير فبين أولا على أصل الخروج وقال (٢) فليخرج من ﻫ مركز فلك (٣) البروج عمودا على القطر إلى ب ولنصل (٤) دب وقد تبين أن ذلك يقع حيث يكون غاية فضل الاختلاف ومثلث د ﻫ ب معلوم الأضلاع لأن نسبة د ب إلى د ﻫ معلوم بالشكل الذى قبل هذا الشكل (٥) وزاوية ﻫ قائمة فالزاويا البواقى (٦) معلومة فزاوية ب معلومة . وقد خرجنا (٧) بالحساب جز أين(٨) وثلاثا (٩) وعشرين دقيقة (١٠) بالأجزاء التى بها أربع (١١) زوايا(١٢) قوائم ثلاثمائة وستون (١٣) جزءا و : أ د ب الخارجة معلومة فقوس أ ب معلومة (١٤) بالشكل الذى قبل هذا الشكل وزاوية ﻫ قائمةفالزواياالبواقى(١٥)معلومة (١٦)وقد(١٧)خرجت(١٨)بالحساب على ما ذكرنا وهو بزيادة (١٩) فضل الاختلاف على الربع «يا» وأما على أصل التدوير

---

(١) ب ، سا ، د : وثلاثة

(٢) سا ، د : غير موجود

(٣) ف ، سا ، د : غير موجود

(٤) ب : ونصل

(٥) سا ، د : غير موجود

(٦) [معلوم بالشكل الذى قبل هذا الشكل وزاوية ﻫ قائمة فالزوايا البواقى] : غير موجود فى ب

(٧) ف ، سا ، د : خرج

(٨) ب : جزءان

(٩) سا ، د : وثلاثة

(١٠) ب : وثلاثة وعشرون

(١١) سا : ارتفع

(١٢) ف ، سا ، د : غير موجود – وفى ب : فى الهامش

(١٣) [ثلثمائة وستون] : غير موجود فى ب ، وبدلا منها يوجد [شس]

(١٤) سا ، د : معلوم

(١٥) ب : الباقى

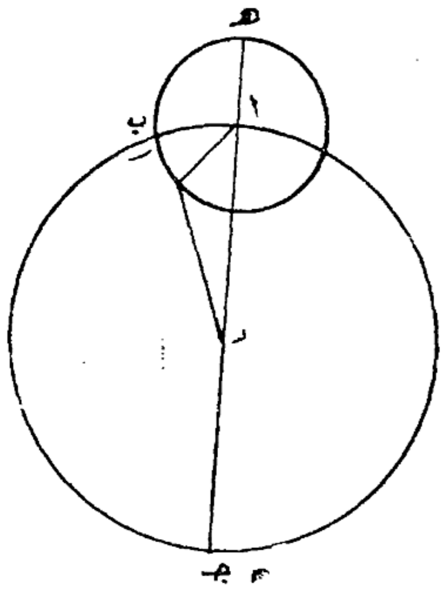
(١٦) [بالشكل الذى قبل هذا الشكل وزاوية ﻫ قائمة فالزوايا البواقى معلومة] : فى هامش ب وغير موجود فى سا ، د ، ف

(١٧) فى ب : و – وفى سا : غير موجود – وفى ف : بين السطرين

(١٨) سا ، د : وخرج

(١٩) ب : فى الهامش – وفى سا ، د : زيادة – وفى ف : بين السطرين

فليكن أ ب حـ[1] الفلك الموافق و : ب هـ ر [2] التدوير على أو : د ر[3] المماس من المركز و : أ ر لا محالة عمود عليه ونسبة أ ر : أ د[4] معلومة فالمثلث والأضلاع والزوايا على ما علمت معلومة وزاوية[5] د معلومة[6] فقوس الفضل معلومة[7]



شكل (٦٢)

وزاويةهـ أ ز الخارجة معلومة من جهة[8] زوايا المثلث فقوس هـ ب ر وهى البعد من الأوج معلومة وقد خرج على ذلك الحساب(*) .

---

(١) ف ، سا : ا ب د

(٢) ف ، سا : [و : هـ ب ر]

(٣) ف ، سا ، د : [و : د ر ب]

(٤) سا : [ا ر : ا ك] – وفى ف : [ا ذ : ا د]

(٥) ف ، سا ، د : فزاوية

(٦) [وزاوية د معلومة] : فى هامش ب

(٧) سا : معلوم معلومة

(٨) سا ، د : غير موجود

(*) غاية الاختلاف للشمس تحدث عندما يكون الموضع الحقيقى للشمس ٢٣′ ٩٢° من الأوج

البرهان : أورد ابن سينا برهان بطليموس بطريقتين : طريقة الخارج المركز وطريقة فلك التدوير

(ا) طريقة الخارج المركز : فى شكل (٦١) ا ب حـ الخارج ومركزه د ، ولتكن نقطة هـ مركز العالم ، هـ ب عمودى على ا د هـ حـ

∴ د ب̂ هـ هى غاية الاختلاف ، ا د̂ ب الموضع الحقيقى للشمس .

فصــل

فى معرفة الاختلافات الجزئية(١)

وأما كيف يمكن لنا أن نعرف تقويم الشمس فى أى وقت شئنا فنقول إنه متى عرفنا بعد المسير الأوسط من الأوج عرفنا ما يخصه من الاختلاف وعرفنا المكان المقوم من فلك البروج ولنجعل البيان الأول على أصل الخروج «يب» فليكن (٢) أ ب ج الموافق المركز حول دو : هرح الخارج المركز حول ط وقوس هر معلومة ونصل ط ر ، در ف : أب من فلك البروج هو (٣) المطلوب وهو ما يرى ، بإزاء (٤) ر ونخرج (٥) ر ط إلى ك حيث يقع عليه من المركز عمود د ك فزاويتا ك و : ك ط د (٦) مقاطعة هـ ط ر المعلومة معلومتان ووتر ط د يكون قطرا (٧) للدائرة(٨) التى ترسم عليه(٩) معلوم فالمثلث على ما قيل معلوم(١٠) نسب الأضلاع

∵ ه̂ = ٩٠ ، د ه / د ب = البعد بين المركزين / نصف قطر الخارج وهى نسبة معلومة (لم يشر ابن سينا إلى قيمتها من قبل) .

∴ زاوية د ب ه تصبح معلومة

∴ أ د ب = ٩٠ + د ب ه تصبح معلومة ونستنتج منها القيمة المذكورة

(ب) طريقة فلك التدوير : فى شكل (٦٢) أ ب حـ البروج ومركزه د ، ه ب ر فلك التدوير ، د ر مماس للتدوير

∴ زاوية أ د ر هى غاية الاختلاف ، ه أ ر الموضع الحقيق

نسبة أ ر / أ د = نصف قطر التدوير / نصف قطر البروج = نسبة معلومة

∴ يمكن معرفةزاوية أ د ر ومنها ه أ ر ويتتج المطلوب

(١) [فصل فى معرفة الاختلافات الجزئية] : غير موجود فى سا ، د

(٢) ب : وليكن

(٣) ف : وهو

(٤) ف : بازا ه

(٥) سا ، د : ونخرج

(٦) سا ، د : [ك ، ك ط]

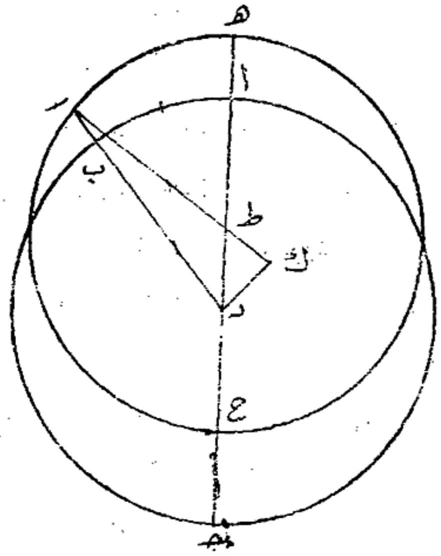
(٧) ف ، سا ، د : قطر

(٨) ف ، سا ، د : الدائرة .

(٩) ف ، سا ، د : عليها .

(١٠) سا ، د : معلوما .

والزوايا و : ط د (١) من أضلاعه معلوم النسبة إلى ط ر فيكون (٢) ك ط ، طر معلومى النسبة ف: ك ر معلوم بتلك الأجزاء و : ك د معلوم وزاوية ك قائمة ف : د ر (٣) معلوم والزوايا معلومة فزاوية (٤) د الفضل معلومة وزاوية ك د ر (٥) معلومة تذهب ك د ط المعلومة تبقى أ د ر (٦) معلومة (٧) ف : أ ب معلوم وإذا كان هـ ر ثلاثين جزءا كان أ ب (كح نا) (٨) .(**) «بج» ونقول أيضا إنك إن وضعت



شكل (٦٣)

المعلوم زاوية قوس فلك البروج أو زاوية الفضل فسائر ذلك معلوم منه فلنضع أولا

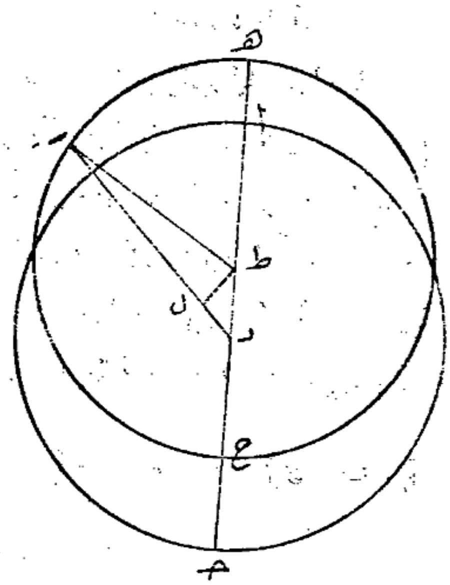
---

(١) ف : [و : ط ر] .
(٢) ف ، سا : يكون .
(٣) سا : فقدر .
(٤) ف ، سا ، د : ر .
(٥) سا ، د : ك د ب .
(٦) سا ، د : ا د ب .
(٧) ف : معلوما .
(٨) سا ، د : لح يا .

(**) تحويل بعد المسير الأوسط من الأوج (الموضع الحقيقى) إلى المكان المقوم من البروج (الموضع المرئى) بطريقة الخارج المركز .

الطريقة : فى شكل (٦٣) نفرض ا ب حـ البروج ومركزه د ، هـ ر ع الخارج ومركزه ط ، ولتكن الشمس على الخارج عند نقطة ر أى أن هـ ط ر (زاوية) معلومة ، فإذا قطع د ر محيط البروج فى ب كانت هى الموضع المرئى أى أن زاوية ا د ب هى الزاوية المرئية المطلوبة. نسقط العمود د ك على ط ر

زاوية د معلومة ونخرج (١) عمود ط ل على د ر فلأن زاويتى د ، ل من مثلث ط د ل



شكل (٦٤)

ليقابله فى ل ، والمفروض أن النسبة $\frac{\text{د ط}}{\text{ط ر}}$ معلومة

∴ فى المثلث د ط ل : $\hat{\text{ل}}$ = ٩٠ ، $\hat{\text{ط}}$ = و $\hat{\text{ط}}$ ر معلومة

∴ ل $\hat{\text{د}}$ ط تصبح معلومة .

∴ النسبتان $\frac{\text{ل ط}}{\text{د ط}}$ ، $\frac{\text{ل د}}{\text{د ط}}$ تصيران معلومتين .

أى أن $\frac{\text{ل ط}}{\text{ط ر}} \div \frac{\text{د ط}}{\text{ط ر}}$ ، $\frac{\text{ل د}}{\text{ط ر}} \div \frac{\text{د ط}}{\text{ط ر}}$ معلومتان

لكنا نعلم $\frac{\text{د ط}}{\text{ط ر}}$ ∴ $\frac{\text{ل ط}}{\text{ط ر}}$ ، $\frac{\text{ل د}}{\text{ط ر}}$ معلومتان

∴ $\frac{\text{ل ط + ط ر}}{\text{ط ر}}$ ، $\frac{\text{ل د}}{\text{ط ر}}$ معلومتان

∴ $\frac{\text{ل ر}}{\text{ط ر}}$ ، $\frac{\text{ل د}}{\text{ط ر}}$ معلومتان ومن ذلك نعلم النسبة $\frac{\text{ك ر}}{\text{ل د}}$

∴ زوايا المثلث ر ل د تصبح معلومة وخاصة زاوية ر د ل

لكنا عرفنا زاوية ل د ط

∴ زاوية ط د ر تصبح معلومة وهى زاوية ا د ب المطلوبة .

(١) سا ، د : ولنخرج .

القائم الزاوية معلومة ف : د ط (١) معلوم النسبة إلى ط ل (٢) فالمثلث وأضلاعه وزواياه معلومة بتلك النسبة أيضا و : ط ر ، ط ل معلوما (٣) النسبة (٤) وزاوية ل قائمة ف: ل ر (٥) من مثلث ط ل ر معلوم والزوايا كلها معلومة فزاوية ر لفضل الاختلاف معلومة(٦) وزاوية هـ ط ر الخارجة بل قوس هـ ر كله معلوم ولنضع زاوية ر في هذه الصووة بعينها معلومة و : ط ر وتر القائمة معلوم أيضا بما ذكر في الشكل الذي قبله فمثلث ط ر ل معلوم الأضلاع والزوايا وكان أولا مثلث ط ل د (٧) معلوما فمثلث ط ل د (٨) معلوم (٩) من ضلعين وزاوية قائمة فزاوية د معلومة فزاوية ط الخارجة معلومة فقوس هـ ر معلومة (*) «يد» وأما بيان ذلك من أصل التدوير والمعلوم

---

(١) ف : [فـ : ط ر] - وفي سا ، د : [و : ب د]
(٢) سا ، د : ط ر .
(٣) سا ، د : معلوم .
(٤) سا ، د : غير موجود .
(٥) سا ، د : [فـ : ل ر] .
(٦) [فزاوية ر لفضل الاختلاف معلومة] : غير موجود في سا ، د .
(٧) سا ، د : ط ل .
(٨) ف : ط ر د .
(٩) [معلوما فمثلث ط ل د معلوم] : غير موجود في سا ، د وبدلا منها يوجد [معلوم الأضلاع والزوايا وكان أولا مثلث ط ل معلوما] .

(*) تعيين الموضع الحقيقي وزاوية الاختلاف من الموضع المرئي
وتعيين الموضع الحقيقي والموضع المرئي من زاوية الاختلاف بطريقة خارج المركز .

الطريقة : في شكل (٦٤) ا حـ البروج ومركزه د ، هـ ر ع الخارج ومركزه نقطة ط .

أولا : لنفرض أننا نعرف الموضع المرئي أي زاوية ا د ر

والمطلوب تعيين زاويتي ا ط ر الموضع الحقيقي ، ط ر د زاوية الاختلاف لذلك نرسم العمود ط ل على د ر .

في المثلث ط د ل : زاوية ل = ٩٠ ، زاوية د معلومة .

$\therefore$ يمكن معرفة $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط د}}$

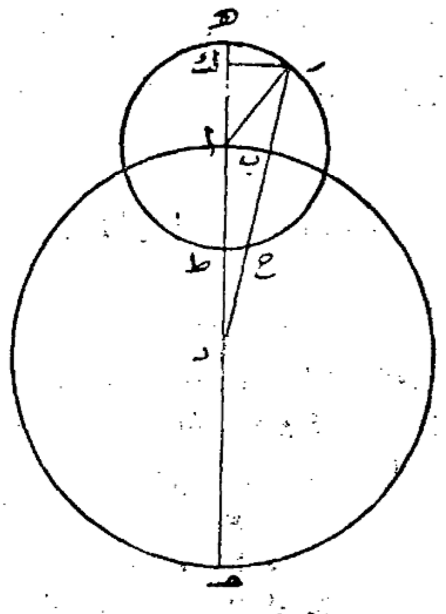
لكن هذه النسبة = $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط ر}} \cdot \frac{\text{ط ر}}{\text{ط د}}$ حيث $\frac{\text{ط ر}}{\text{ط د}}$ معلومة

$\therefore$ يمكن معرفة $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط ر}}$ ومن ذلك ينتج زاوية ط ر د وهي زاوية الاختلاف المطلوبة

$\therefore$ الموضع الحقيقي = ا ط ر = ا د ر + ط ر د وهو المطلوب .

ثانيا : لنفرض أننا نعرف زاوية الاختلاف ط ر د

قوس من الأوج فليكن أ ب حـ الفلك الموافق على د وعلى أ فلك التدوير (١) عليه(٢) هـ ر ح ط (٣) وقد أخرجنا د إلى هـ الأوج وجعلنا هـ ر معلوما وليكن ثلاثين (٤) جزءا ووصلنا ر أ ، ر د (٥) وأخرجنا عمود ر ك على د هـ فزاويتا ز أ ك ، ر ك أ (٦) من مثلث ر ك أ معلومتان (٧) و : ر أ معلوم فجميع أضلاع المثلث وزواياه كما



شكل (٦٥)

والمطلوب تعيين زاويتى أ ط ر الموضع الحقيق ، أ د ر الموضع المرئى من زاوية ط ر د المعلومة

نعرف النسبة $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط ر}}$

وهذه النسبة $= \frac{\text{ط ل}}{\text{ط د}} \cdot \frac{\text{ط د}}{\text{ط ر}}$ حيث $\frac{\text{ط د}}{\text{ط و}}$ معلومة

∴ يمكن معرفة $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط د}}$

∴ زوايا المثلث ط ل دائم الزاوية تصبح معلومة ومن بينها زاوية أ د ر الموضع المرئى المطلوب ومن ذلك نعرف الموضع الحقيق أ ط ر

(١) سا ، د : تدويره .

(٢) سا ، د : غير موجود .

(٣) سا ، د : ر ح ط .

(٤) ب : ثلاثون .

(٥) ف ، سا : ر أ ، ر حـ .

(٦) سا : أ ، ل .

(٧) سا ، د : معلوم .

قبل معلومة وكان أ د معلوم النسبة إلى أ ر (١) وكذلك إلى أ ك (٢). فكذلك إلى أ ك فجميع ك د (٣) معلوم وزاوية ك قائمة و ؛ ك ر معلوم فمثلث ر ك هـ معلوم (٤) الزوايا فزاوية د معلومة وخرجت كما فى أصل الخروج(**) «يه». وليكن البيان على أصل التدوير والمعلوم أولا زاوية ر التى للقوس المرئية من فلك البروج هى المعلومة ونخرج على ر د عمود أ ل وزاوية ل قائمة وخط أ ر وزاوية ر (٥) معلومان فخط أ ل من المثلث معلوم فمثلث أ ل د لما تعلمه (٦) معلوم الزوايا فزاوية د معطاة فتبقى زاوية ر أ هـ معطاة (٧) فقوس هـ ر معطاة (٨) وأيضا فالمضع زاوية (٩) د معلومة يكون على

---

(١) ف : أ د .
(٢) ف : أ هـ - [وكذلك إلى أ ك] : غير موجود فى سا ، د .
(٣) سا ، د : ك .
(٤) [فمثلث ر ك د معلوم] : غير موجود فى سا ، د .
(**) تعيين الموضع المرئى من الموضع الحقيقى بطريقة فلك التدوير .
فى شكل (٦٥) ليكن أ حـ البروج ومركزه نقطة د ؛ هـ ع ط التدوير على مركز أ ، وليكن الكوكب عند نقطة ر على فلك التدوير والمعلوم هو الموضع الحقيقى أى زاوية ر أ هـ

المطلوب تعيين الموضع المرئى أى زاوية ر د هـ

الطريقة : نسقط العمود ر ك على القطر حـ د أ هـ

فى المثلث ر ك أ : زاوية ك = ٩٠ ، ر أ ك معلومة .

∴ يمكن معرفة النسبتين $\frac{\text{ر ك}}{\text{ر أ}}$ ، $\frac{\text{ك أ}}{\text{ر أ}}$

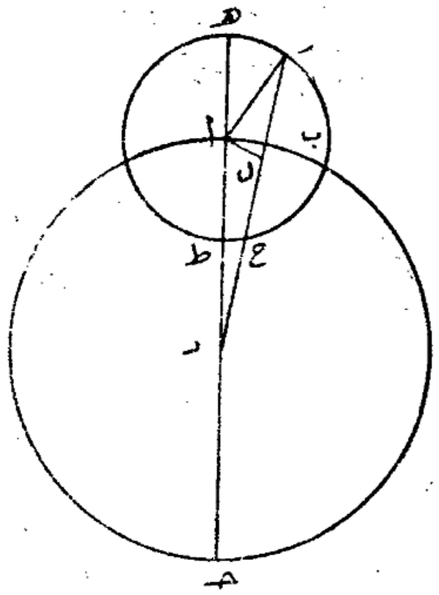
وهاتان النسبتان تساويان $\frac{\text{ر ك}}{\text{ر د}}$. $\frac{\text{ر د}}{\text{ر أ}}$ ، $\frac{\text{ك أ}}{\text{ر د}}$. $\frac{\text{ر د}}{\text{ر أ}}$

لكن النسبة $\frac{\text{ر د}}{\text{ر أ}}$ معلومة

∴ نستطيع معرفة $\frac{\text{ر ك}}{\text{ر د}}$ ، $\frac{\text{ك أ}}{\text{ر د}}$ أى $\frac{\text{ر ك}}{\text{ر د}}$ ، $\frac{\text{ك د}}{\text{ر د}}$.

ومن ذلك تصبح زوايا المثلث ك ر د معلومة
أى أن زاوية ر د هـ الموضع المرئى تصبح معلومة وهو المطلوب .

(٥) سا ، د : غير موجود .
(٦) سا : نعلمه .
(٧) سا : مقطاه .
(٨) سا : منطاه .
(٩) سا : مكرر



شكل (٦٦)

هذا القياس مثلث د أ ل(١) معلوما و : أ ل و : أ ر (٢) معلومان وزاوية أ ل ر (٣) قائمة فالأضلاع والزوايا معلومة فزاوية ر معلومة وتبقى أيضا زاوية ر أ هـ(٤) معلومة بل قوس هـ ر وقد خرج بالحساب على ما قيل فهذا والقسى من جانب الأوج(*) «يو»

---

(١) ما ، د : د أ .
(٢) ص ، د : [و : ب أ]
(٣) ف : أ ل د .
(٤) ما ، د : ر هـ أ

(*) تعيين الموضع الحقيقى والموضع المرئى من زاوية الاختلاف
وتعيين الموضع الحقيقى وزاوية الاختلاف من الموضع المرئى بطريقة فلك التدوير
الطريقة : فى شكل (٦٦) نفرض أن أ حـ البروج ومركزه نقطة د ، هـ ر ح التدوير على مركز أ ، وليكن ر موضع الكوكب على فلك التدوير .

أولا : المعلوم لنا زاوية الاختلاف أ ر د

والمطلوب تعيين الزاوية الحقيقية هـ أ ر والمرئية هـ د ر

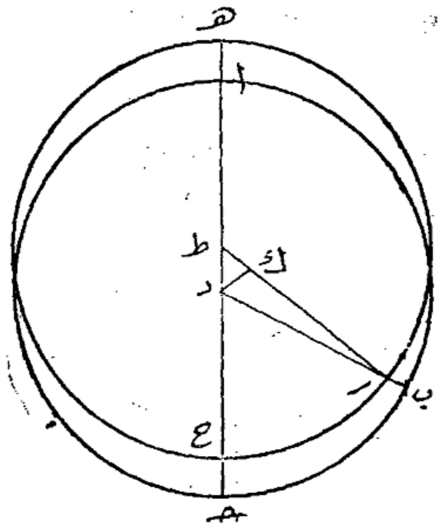
لذلك نسقط العمود أ ل على د ر

فى المثلث أ ر ل : زاوية ل = ٩٠ ، زاوية ر معلومة

∴ يمكن معرفة $\frac{\text{أ ل}}{\text{أ ر}}$

وهذه النسبة تعادل $\frac{\text{أ ل}}{\text{أ د}} \cdot \frac{\text{أ د}}{\text{أ ر}}$ حيث $\frac{\text{أ د}}{\text{أ ر}}$ معلوم

ثم لنأخذ القسي من جانب الحضيض ولنأت (١) بأربعة أشكال أخرى ولنبدأ بأصل الخروج وليكن ح ر (٢) معلوما من ح (٣) الحضيض وهو ثلاثون جزءا



شكل (٦٧)

من ذلك نعلم $\frac{\text{ا ل}}{\text{ا د}}$

∴ المثلث ا ل د القائم الزاوية تصبح زواياه معلومة
أى أن زاوية ا د ل تصير معلومة وهى الزاوية المرئية
ومنها نستنتج زواية ه ا ر الحقيقية

ثانيا : نفرض أن الزاوية المرئية المعلومة هى ا د ل
والمطلوب تعيين الزاوية الحقيقية ه ا ر وزاوية الاختلاف ا ر د
فى المثلث ا د ل : زاوية ل = ٩٠ ، زاوية ا د ل معلومة

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{\text{ا ل}}{\text{ا د}}$

وهذه النسبة تعادل $\frac{\text{ا ل}}{\text{ا ر}} . \frac{\text{ا ر}}{\text{ا د}}$ حيث $\frac{\text{ا ر}}{\text{ا د}}$ معلوم

∴ تصبح النسبة $\frac{\text{ا ل}}{\text{ا ر}}$ معلومة

وبذلك يصبح المثلث ا ر ل القائم الزاوية معلوم الزوايا
ومن ذلك نعرف زاوية الاختلاف ا ر ل
ومنها تنتج الزاوية الحقيقية ه ا ر .

(١) سا : ولنأتى .
(٢) ف : ع د (٣) سا : ـه

ولنصل ط ر ، د ر (١) ونخرج د ر (٢) إلى ب ونخرج من د إلى ط ر عمود د ك فيصير كما تبين مثلث ط د ك معلوم الزوايا والأضلاع و : د ك معلوم وزاوية ك قائمة فمثلث د ك ر أيضا معلوم الزوايا والأضلاع بل مثلث ط د ر (٣) يصير (٤) زاوية ب د حـ (٥) أعني قوس ب حـ معلومة (**) أ «يز» وأما من جهة الزاوية فلنضع أولا زاوية د معلومة ونخرج عمود ط ل يلقى ر د على ل فيصير كما تقدم ط ل د معلوم الأضلاع والزوايا وكذلك ط ل ر (٦) ثم ط د ر (٧) وتبقى (٨) زاوية ر ط ح (٩) معلومة . وإن وضعت زاوية ر وهي فضل الاختلاف معلومة وزاوية ل قائمة . وخط ر ط (١٠) معلوم فيصير المثلث معلوم النسب وأيضا ط ل ، ط د معلومان وزاوية ل قائمة فأضلاع مثلث

---

(١) سا ، د : ط د ، د ر

(٢) ف ، سا ، د : ط .

(٣) سا ، د : ط د ب

(٤) سا : تصير .

(٥) ف : ب د ع - وفي سا : ب حـ ع .

(**) تعيين الموضع المرئي من الموضع الحقيقي مقاسان من الحضيض بطريقة الخارج المركز . في شكل (٦٧) نفرض ا ب حـ البروج ومركزه نقطة د ، هـ ر ع الخارج ومركزه نقطة ط ، ولنفرض أن الكوكب عند نقطة ر على الخارج حيث زاوية ر ط ع الموضع الحقيقي معلومة

المطلوب تعيين زاوية ب د حـ المرئية .

الطريقة : نسقط العمود د ل على ر ط .

في المثلث ط د ل : زاوية ل = ٩٠ ، زاوية ط معلومة

∴ يمكن معرفة $\frac{\text{د ل}}{\text{د ط}}$

وهذه النسبة = $\frac{\text{د ل}}{\text{د ر}}$. $\frac{\text{د ر}}{\text{ط}}$ حيث $\frac{\text{د ر}}{\text{د ط}}$ معلوم

∴ تصبح النسبة $\frac{\text{د ل}}{\text{د ر}}$ معلومة

وبذلك تصبح زوايا المثلث ر ل د القائم الزاوية معلومة

ومن ذلك نعلم زاوية ك ر د ومنها زاوية ب د حـ المطلوبة

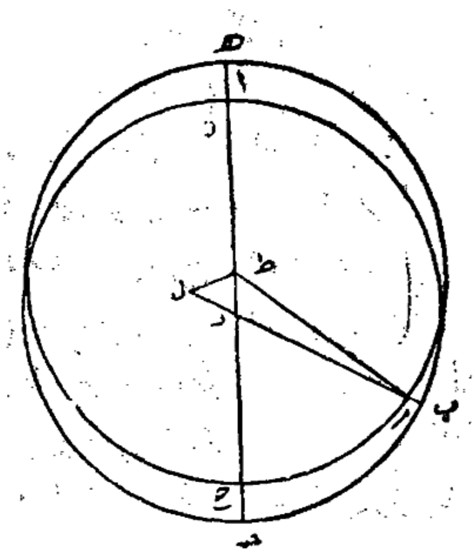
(٦) ف ، سا ، د : ط ل ب

(٧) ف : ط ر ب حيث [ثم ط ر ب] في الهامش - وفي سا ، د : ط ر ب .

(٨) ب : تبق .

(٩) سا ، د : ب ط ع .

(١٠) سا ، د : ب ط .



شكل(٦٨)

ط د ل [1] وزواياه معلومة فزاوية ط د ل أعنى ب د ج [2] أعنى قوس ب ج [3] معلومة وكذلك جميع زاوية ظ معلومة و : د ط ل [4] ف : ر ط ح أعنى قوس ر ح معلوم(*) «يح» . ولنبين هذا بعينه على أصل التدوير وليكن

---

(١) ف : ط ق د ل – وفى سا ، د : ط د ل .

(٢) سا ، د : ب د ع .

(٣) سا ، د : ب ع .

(٤) ب : فى الهامش – وفى سا ، د : ط د ل – وفى هامش ف : ط د ل .

(*) تعيين الموضع الحقيق والموضع المرئى بالقياس إلى الحضيض بمعرفة زاوية الاختلاف وتعيين الموضع الحقيق وزاوية الاختلاف من الموضع المرئى بطريقة الخارج المركز .

الطريقة : فى شكل (٦٨) ليكن ا ب ح البروج ، ه ر ع الخارج ولنفرض أن الكوكب عند نقطة ر من الخارج المركز .

أولا : المفروض أننا نعرف زاوية ب د ح المرئية مقاسة من الحضيض

والمطلوب تعيين زاوية ر ط ع الحقيقية ، ط ر د الاختلاف .

ننزل العمود ط ل على ب د

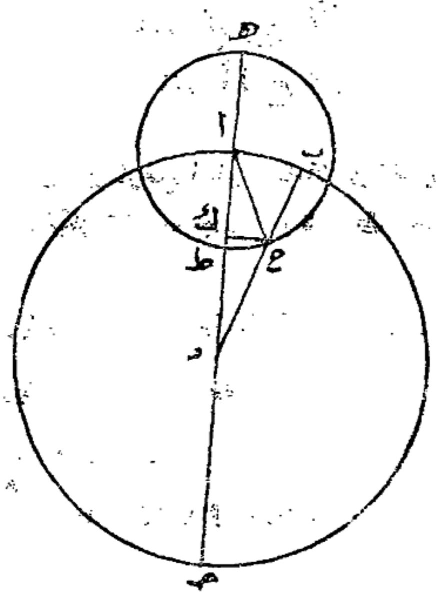
فى المثلث ط د ل : زاوية ل قائمة ، زاوية ط د ل معلومة لأنها تساوى ب د ح المرئية

∴ يمكن أن نعلم $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط د}}$

وهذه النسبة = $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط ر}} \cdot \frac{\text{ط ر}}{\text{ط د}}$

لكن النسبة $\frac{\text{ط ر}}{\text{ط د}}$ معلومة ∴ تصبح $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط ر}}$ معلومة ،

المعلوم أولا قوس ح ط (١) من جهة الحضيض (٢) ولنخرج ح ك (٣) عمودا على د أ فلأن ح ا وزاوية أ لقوس (٤) ح ط (٥) معلومان وزاوية ك معلومة (٦)



شكل (٦٩)

قائمة فزوايا وأضلاع ا ح ك معلومة وعلى ما قبل زوايا وأضلاع ك ح د معلومة

وبذلك نعرف زاوية ط ر د وهى زاوية الاختلاف المطلوبة

ومنها نعرف زاوية ر ط ع الحقيقية

ثانيا : المفروض أننا نعلم زاوية ط ر د للاختلاف

والمطلوب تعيين زاوية ب د حـ المرئية ، ز ط ع الحقيقية .

فى المثلث القائم الزاوية ر ط ل زاوية ر معلومة

$\therefore$ $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط ر}}$ تصبح نسبة معلومة

وهذه النسبة تعادل $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط د}} \cdot \frac{\text{ط د}}{\text{ط ر}}$

لكن النسبة $\frac{\text{ط د}}{\text{ط ر}}$ معلومة $\therefore$ $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط د}}$ تصبح معلومة

ومن ذلك نعلم زاوية ط د ل وهى تساوى ب د حـ المرئية

ومنها نستنتج زاوية ر ط ع الحقيقية

(١) سا : ج ط .

(٢) سا : ع الحضيض .

(٣) سا : ج ك .

(٤) ف : القوس .

(٥) سا ، د : حـ ط . (٦) سا ، د : غير موجود .

فزاوية د معلومة فقوس أ ب معلومة (**) . «يط» وأما من جهة الزاوية فليكن أولا زاوية ما يرى[1] من فلك البروج معلومة ولنخرج أ ل عمودا على د ب وزاوية آ ح ب زاوية ما يرى[2] من فلك البروج لأنها مساوية للوسط والتعديل لكنها فرضت معلومة فيصير المثلثان أعنى مثلث أ ل ح بمعرفة ضلع آ ح وزاويتى ل و ح[3]

(**) تعيين الموضع المرئى من الموضع الحقيقى مقاسان من الحضيض بطريقة فلك التدوير .

الطريقة : فى شكل (٦٩) ليكن ا ب ح البروج ، ه ع ط التدوير ولنفرض موقع الكوكب على فلك التدوير عند نقطة ع .

المفروض أننا نعلم زاوية ط ا ع الحقيقية مقاسة من الحضيض .

والمطلوب تعيين الزاوية المرئية ا ع ب

نسقط العمود ع ك على القطر ه ا ح

فى المثلث ك ا ع : ك̂ = ٩٠ ، زاوية ا معلومة .

∴ نعرف النسبة (ك ا) / (ا ع)

وهذه النسبة تعادل (ك ا) / (ا د) . (ا د) / (ا ع)

لكن (ا د) / (ا ع) نسبة معلومة ∴ (ك ا) / (ا د) تصبح معلومة

ومن ذلك نستنتج قيمة (ا د - ك ا) / (ا د) أى (ك د) / (ا د)

وبالمثل يمكن معرفة (ك ع) / (ا ع) وهى تساوى (ك ع) / (ا د) . (ا د) / (ا ع)

∴ ينتج لنا النسبة (ك ع) / (ا د)

وبالقسمة تنتج النسبة (ك د) / (ا د) ÷ (ك ع) / (ا د) = (ك د) / (ك ع)

ومن ذلك نستنتج زاوية د وهى زاوية الاختلاف المطلوبة

لكن زاوية ا ع ب المرئية = ط ا ع الحقيقية + د̂

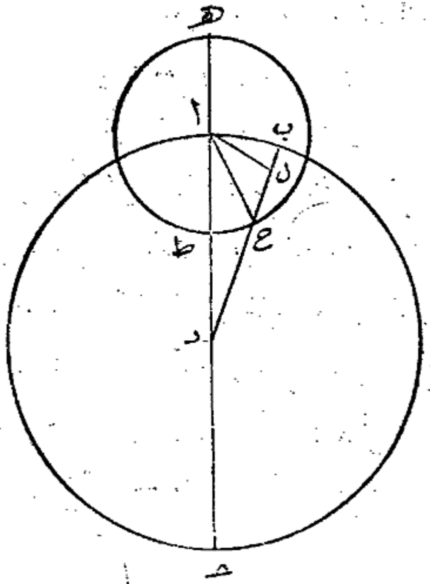
∴ يمكن معرفة زاوية ا ع ب المرئية

(ملحوظة : برهن بن سينا طريقة الوصول إلى زاوية د فقط ولكن الجزء الأخير واضح)

(١) سا : مانرى

(٢) سا : ما نرى .   (٣) سا : ك ، ع د

ومثلث (١) أ ل د بمعرفة ضلعى أ ل ، أ د معلومين فتصير زاوية د معلومة وأيضا فلنجعل زاوية د معلومة فيصير أ ل د بمعرفة ضلع أ د (٢) وزاويتى د ، ل



شكل (٧٠)

القائمة معلوم الزوايا والأضلاع ويصير أيضا مثلث ا ل ح الذي هو معلوم ضلعى آ ل : أ ح وقائمة ل معلوم الأضلاع والزوايا وتبقى زاوية ح أ ط معلومة (***).

---

(١) سا : مثلث

(٢) سا ، د : ا ب

(***) تعيين الموضع الحقيقى والموضع المرئى مقاسان من الحضيض بمعرفة زاوية الاختلاف وتعيين الموضع الحقيقى وزاوية الاختلاف من الموضع المرئى بطريقة فلك التدوير.

الطريقة : فى شكل (٧٠) ليكن ا ب ـ البروج ، هـ ع ط التدوير ولنفرض الكوكب عند نقطة ح من فلك التدوير

أولا : المعلوم لنا الزاوية المرئية ا ع ب

والمطلوب تعيين زاوية ع ا د الحقيقية ، ع د ا زاوية الاختلاف

ننزل العمود ا ل على د ع . فى المثلث ا ل ع : زاوية ل قائمة ، ع معلومة

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{\text{ا ل}}{\text{ا ع}}$

لكن هذه النسبة تساوى $\frac{\text{ا ل}}{\text{ا د}}$. $\frac{\text{ا د}}{\text{ا ع}}$ حيث $\frac{\text{ا د}}{\text{ا ع}}$ معلومة

∴ $\frac{\text{ا ل}}{\text{ا د}}$ نسبة معلومة

ثم وضع جداول الاختلافات (١) للقسى (٢) الجزئية ليكون مفروغاً منها بعد ما عرف كيفية استخراجها واقتصر على الاختلاف الذى يقع (٣) فى نصف واحد بين البعدين إذ بين (٤) أن فضل الاختلاف فى النصف الآخر مساو لنظيره فى هذا النصف إذا كانت القسمة متساوية ولكنه فى أحدهما زائد وفى الآخر ناقص ولما كان الاختلاف فى القسى التى تلى البعد الأبعد يكون أقل قسم الربع الذى يليه على (٥) خمسة عشر فيخص (٦) كل قسم ستة فوضع اختلافاتها على تفاضلها وكان الاختلاف فى الربع (٧) الذى يلى البعد (٨) الأقرب أكثر فقسمه (٩) على ثلاثين قسمة (١٠) فخص كل قسم ثلاثة فجعل تفاوت الأعداد بثلاثة ثلاثة فوضع فى الجدول الأول عدد الحركة والمسير من الأوج وفى الثانى منه عرضا عدد الحركة والمسير من الحضيض وفى الثالث والرابع ما نصيب الأعداد المستوية من أجزاء الاختلاف فى الزيادة والنقصان ودقائقها ليزاد إن (١١) كان الوسط داخلا

ومن ذلك يتتج زاوية ع د أ للاختلاف

ومنها نستنتج زاوية ع أ د الحقيقية

ثانيا : المعلوم زاوية الاختلاف ع د أ

والمطلوب زاوية ع أ د الحقيقية وزاوية أ ع ب المرئية

فى المثلث أ ل د : زاوية ل = ٩٠ ، زاوية د معلومة

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{\text{أ ل}}{\text{أ د}}$

لكن هذه النسبة تعادل $\frac{\text{أ ل}}{\text{أ ع}}$ $\frac{\text{أ ع}}{\text{أ د}}$ حيث $\frac{\text{أ ع}}{\text{أ د}}$ معلومة

∴ ينتج $\frac{\text{أ ل}}{\text{أ ع}}$

ومن ذلك نعرف زاوية أ ع ب المرئية ثم زاوية ع أ د الحقيقية

(١) سا : لاختلاف

(٢) سا ، د : القسى

(٣) ف ، سا ، د : الاختلافات التى تقع — وفى ف : كلمة [التى] فى الهامش

(٤) [إذ بين] : غير موجود فى سا ، د

(٥) ف : بين السطرين

(٦) سا : فخص

(٧) ف : البعد

(٨) سا ، د : غير موجود

(٩) سا : قسمة

(١٠) ف : فى الهامش

(١١) سا : ليزاد

فى الجدول الثانى وينقص إن كان داخلا فى الجدول الأول . «ك» ثم طلب حاصل الشمس بالحركة الوسطى (١) نصف نهار أول يوم ملك (٢) بختنصر (٣) وهو الذى منه تاريخه وحاصل الشمس الوسط (٤) فى (٥) ذلك اليوم من التاريخ فبين موضع الشمس الوسط فى استواء خريفى رصده من البعد الأبعد بهذا الشكل فقال (٦) لتكن النقطة الخريفية من الخارج نقطة ر ء ح الحضيض ولنخرج ط ك عمودا على ب د (٧) وقوس ج ب معلوم (٨) من فلك البروج لأنه بعد الخريفية عن الحضيض فتكون زاوية الفضل معلومة وهى ر وتصير أيضا زاوية ج ط ر معلومة على ما مضى فنخرج بالحساب قوس ح ر (٩) : (م ح ك) فلما عرف وسط الشمس بهذا الرصد طلب المدة بين هذا الرصد وابتداء التاريخ فنظركم تكون فيها من الأدوار التامة عن نقطة الرصد فألقاها وأخذ القوس الزائدة وعرف (١٠) مبدأها (١١) من الفلك (١٢) الخارج وهو مكان الشمس فى أول التاريخ بالوسط فأثبته (١٣) ثم علم كيف تقوم الشمس فقال يؤخذ وسطها بمدة ما بين الوقت والتاريخ ويزاد عليه الحاصل (١٤) وتلقى الأدوار التامة (١٥) إلى درجة الأوج فما بقى يدخل فى جدول (١٦) الوسط ويؤخذ (١٧) ما (١٨) بإزائه من التعاديل

---

(١) سا ، د : غير موجود
(٢) سا : مكرر
(٣) سا : بخت نصر
(٤) ف : الموسطة – وفى ب ، د : وسطه
(٥) سا ، د : غير موجود
(٦) سا ، د : غير موجود
(٧) سا ، د : ب دك
(٨) سا ، د : معلومه
(٩) سا ، د : ح ر
(١٠) سا : وعرفت
(١١) سا : غير واضح
(١٢) سا ، د : فلك
(١٣) ف ، سا : غير واضح
(١٤) سا ، د : الحامل
(١٥) سا : الثامنة
(١٦) ف : فى الهامش
(١٧) ف : غير واضح
(١٨) سا ، د : غير موجود

ثم يزاد التعديل أو ينقص بحسب (١) ما يجب كما بينا فظهر (٢) من جميع ذلك أنه يمكن أن يحصل موضع الشمس بالبراهين الهندسية وأعلمنا أنه سواء (٣) وضع فلك البروج مساويا للخارج أو أعظم منه فإن الاعتبار للزوايا التى عند مركز فلك (٤) البروج والمثلثات التى ترسم (٥) على تلك الزوايا وتلك الزوايا مشتركة للدائرة المساوية للخارج وللأكبر (٦) منها إذا كانت (٧) على مركز المساوى (٨) وتكون القسى متشابهة (٩) .

فصـــل

فى اختلاف الأيام بلياليها (١٠)

ثم لما بين أمر الشمس ختم (١١) المقالة فى تبين الأيام والليالى (١٢) فقال(١٣) إنه قد يظن بحسب الظاهر أن اليوم بليلته دورة (١٤) ثلاثمائة وستون جزءاً وهو أربعة وعشرون ساعة وهو عودة نقطة من فلك معدل النهار كانت طالعة مع الشمس فى اليوم الأول أو كانت معها عند انتصاف النهار إلى خط الأفق أو خط نصف النهار وخط نصف النهار أولى بذلك لأن العودة إليه متساوية فى جميع الأقاليم فهذا هو المظنون فى جليل الأمر ولكنه لما كان اليوم الحقيقى بليلته هو زمان عودة الشمس بالقياس إلى دائرة الأفق أو خط نصف النهار ثم الشمس تتحرك فى اليوم والليلة

---

(١) سا : بحساب
(٢) سا : فيظهر
(٣) ب : فى الهامش
(٤) سا ، د : غير موجود
(٥) سا : ترتسم
(٦) سا : وللأكثر
(٧) سا ، د : كان
(٨) ف : المتساوى
(٩) سا : متتابعة
(١٠) [فصل فى اختلاف الأيام بلياليها] : غير موجود فى سا ، د
(١١) سا : ختم
(١٢) سا ، د : الليالى والأيام
(١٣) سا ، د : قال
(١٤) ف : فى الهامش

بالمسير المستوى و(١) الوسط (نط) (٢) دقيقة بالتقريب فإذن (٣) عودة الشمس زائدة على عودة النقطة التى كانت لتأخرها عنها فيكون اليوم بليلته الوسط (شس) (٤) زمانا و (نط) (٥) دقيقة وهو أربع (٦) وعشرون ساعة وتسعة (٧) وخمسون من تسعمائة من (٨) ساعة ولكن (٩) الشمس لما كان لها اختلاف حركة كما تقدم فليست الزيادة إذن (١٠) من قبل الشمس فى فلك البروج واحدة ولا الزيادات المتساوية من فلك البروج أزمانها ومطالعها ومجازاتها (١١) على خط نصف النهار واحدة فإذن (١٢) الأيام بلياليها يعرض لها نوعان من الاختلاف وهذا الاختلاف وإن لم يكن ذا قدر فى أيام (١٣) قليلة فله (١٤) قدر محسوس عند تكثر الأيام . ولما كان غاية الفضل من قبل اختلاف الشمس إنما يكون حيث الحركة مستوية لا يظهر اختلافا لكن المدة بين كل واحد من البعدين المختلفين وبين تلك النقطة يوجب تفاوت أكثر التعديل وغاية الفضل وفى الجهة الأخرى بالخلاف (١٥) فتكون المدة فى الجهة الأوجية زائدة (١٦) والتعديل ناقصاً وفى الجهة (١٧) الحضيضية ناقصة والتعديل زائداً ومبلغه درجتان وثلاث وعشرون (١٨) دقيقة وبضعفه (١٩)

---

(١) ف : فى الهامش
(٢) ف ، سا ، د : يط
(٣) سا ، د : فإذا
(٤) سا : سس
(٥) ف ، سا ، د : ويط
(٦) ب ، سا ، د : أربعة
(٧) سا ، د : وسبعة
(٨) سا ، د : غير موجود
(٩) سا ، د : لكن
(١٠) سا ، د : إذا
(١١) سا : ومحاراتها
(١٢) سا ، د : فإذا
(١٣) سا ، د : غير موجود
(١٤) سا : قلة
(١٥) سا : الخلاف
(١٦) سا : غير واضح
(١٧) ب : غير موجود
(١٨) سا : وعشرن
(١٩) سا : وتضعيفه

يخالف الحركة المختلفة الحركة المستوية وذلك أربعة ونصف وربع بالتقريب ويخالف نصفا (١) البروج أحدهما الآخر بضعف ذلك الضعف وهو تسعة أجزاء ونصف فتكون الأيام التى تجتمع فى المسير الذى من الوسط إلى الوسط يخالف الأيام المستوية بأربعة أزمان ونصف وربع وبه يخالف جملة الأيام الزائدة وجملة الأيام الناقصة للأيام الوسطى فتكون الأيام الطوال تخالف القصار بضعف ذلك وهو تسعة أزمان ونصف فهذا غاية ما يختلف من جهة الشمس .

وأما غاية الفضل من جهة المطالع فلا يخلو إما أن يعتبر بحسب الأفق أو بحسب توسط السماء فإن اعتبر من جهة الطلوع والغروب فى الأفق فإن غاية الاختلاف فى أكثر (٢) البلدان يكون عند النصفين المنقسمين (٣) بنقطتى (٤) الانقلابين يخالف كل نصف لما يوجبه الوسط مخالفة أطول النهار والوسط ويخالف أحدهما الآخر بضعف ذلك وهو على موجب ما يتخالف به النهار الأطول والأقصر بحسب الإقليم وأما من جهة مجازاتها (٥) بأفق الاستواء فإنه لا يختلف إلا باختلاف ما توجبه مطالع غاية الفضل من التعديل فى نصف النهار فإن اختلاف فضل المطالع بخط الاستواء لا يختلف فى الأقاليم وغاية النقصان فيها يكون فيما بين الوسط (٦) من (٧) الدلو إلى أوائل العقرب وغاية الزيادة من (٨) أوائل العقرب إلى وسط الدلو فيكون (٩) جميع فضل الاختلاف فيها (١٠) مع المعدل (١١) أربعة أجزاء ونصف وفى هذا الموضع بعينه فإن نصيب غاية فضل اختلاف المسير (١٢) للشمس (١٣) قريب من ثلاثة أجزاء وثلثين فيجتمع (١٤) منها (١٥) ثمانية

---

(١) سا ، د : نصف
(٢) سا : اكبر
(٣) سا : المقسمين
(٤) سا : غير واضح
(٥) سا : محاراتها
(٦) سا ، د : وسط
(٧) سا ، د : غير موجود
(٨) سا ، د : غير موجود
(٩) سا ، د : ويكون
(١٠) سا ، د : من
(١١) ب : المعتدل
(١٢) سا ، د : مسير
(١٣) سا : الشمس
(١٤) سا : فتجتمع
(١٥) سا ، د : غير موجود

أجزاء وثلث وهو مجموع الخلافين مع المعتدل والذى بين الزائد والناقص ضعف ذلك وهو أمر لا يختلف فى الأقاليم كلها ولهذا جعل ابتداء التاريخ للتحصيلات ليس من أول النهار بل من نصفه لأن الاختلاف فيه واحد حيث كان وأما بالقياس إلى الأفق فيختلف بحسب أجزاء (١) البروج وتبلغ (٢) ساعات كثيرة (٣) ولا تتحصل للتاريخات(٤) ولا تتفق فى جمع البلدان ولكن الفضل المجتمع من بين (٥) الأمرين فى أوساط السماء أعنى الذى ينبغى أن يزاد أو ينقص معاً أما من الأزمان فثمانية (٦) أزمان وثلث زمان وأما من الساعات فنصف ساعة وجزء من ثمانية عشر وذلك لأن الزائدين منه معاً هو من العقرب إلى وسط الدلو والناقصين من الدلو إلى الميزان فإذا (٧) كان ذلك أعظم الاختلاف المركب كان من الشمس ثلاثة أجزاء وثلثا جزء من (٨) قبل مجاز (٩) وسط السماء أربعة أزمان وثلثا زمان بالتقريب ويتبين (١٠) هذا إذا تأملت المطالع وتأملت تعديل الشمس وأردت أن نجمعهما (١١) أكثر ما يجتمع منهما وإذا كان كذلك كان تفاضل الأيام بلياليها بعضها ببعض يضعف غاية هذا الفضل وكان من الأزمان (١٢) ستة عشر زماناً وثلثا زمان ومن الساعات ساعة وتسع ساعة وهذا(١٣) المقدار لا يلحق(١٤) نسبته(١٥) فى الشمس وغيرها (١٦) كثير (١٧) تفاوت عما يظهر فيه . وأما فى (١٨) القمر فلسرعة حركته

(١) سا : أحد
(٢) سا ، د : غير موجود
(٣) سا ، د : غير موجود
(٤) سا : مكرر
(٥) سا ، د : غير موجود
(٦) سا : غير واضح
(٧) ب ، سا ، د : وإذا
(٨) سا ، د : ومن
(٩) سا : محار
(١٠) سا : ويبين
(١١) سا : تجمعها
(١٢) ب : الأزمنة
(١٣) سا ، د : فهذا
(١٤) سا ، د : غير موجود
(١٥) سا : غير واضح
(١٦) سا ، د : وغيره
(١٧) سا ، د : غير موجود
(١٨) سا ، د : غير موجود

قد يظهر فيه (١) تفاوت محسوس قريب (٢) من ثلاثة (٣) أخماس جزء ثم علم تحصيل أحوال الأيام وتقويماتها فقال نبتدىء من الأيام على أنها أنصاف نهار أو أنصاف ليل ونطلب مكان الشمس فى أوائل تلك الأيام وآخرها (٤) مقوماً ووسطاً (٥) ونأخذ مطالع ما بين المقومين من مطالع الكرة المنتصبة وننظر (٦) إلى التفاوت فنجعله (٧) ساعات فإن كانت المطالع زائدة على أيام الشمس الوسطى زادت تلك الساعات وإن كانت ناقصة (٨) نقصت فما حصل فهى الأيام المقومة وعليه يعمل فى جماعات حركات القمر الوسطى المستوية (٩) ويمكننا بهذا السبيل على العكس رد الأيام الزمانية إلى الوسطى المستوية ثم رتب حاصل الشمس لأول تاريخه فكانت بحركتها الوسطى (١٠) فى (مه) دقيقة من الحوت وبالحقيقة (١١) فى (جـ ح) من الحوت . تمت المقالة الثالثة من المجسطى والحمد لله حمد الشاكرين (١٢) .

---

(١) سا ، د : فيها

(٢) سا : مرتب

(٣) ب : ثلثمائة

(٤) سا ، د : وأواخرها

(٥) سا : وسطا

(٦) سا ، د : ونظرت

(٧) سا ، د : فجعلته

(٨) سا ، د : أقل

(٩) سا ، د : غير موجود

(١٠) سا ، د : غير موجود

(١١) سا ، د : غير موجود

(١٢) [تمت المقالة الثالثة من المجسطى والحمد لله حمد الشاكرين] : فى هامش ف — وفى ب : غير موجود — وفى سا ، د : تمت المقالة الثالثة من المجسطى ولواهب العقل وحده الحمد بلا نهاية وهو المعين .

المقالة الرابعة

في الأرصاد التي ينبغي أن تستعمل في معرفة حركات القمر

المقالة الرابعة (١)

فى الأرصاد التى ينبغى أن تستعمل فى معرفة حركات القمر (٢)

ولما فرغ بطليموس من (٣) أمر الشمس كان أول ما نظر (٤) فيه أمر القمر والأرصاد الشمسية بالجملة أسهل من القمرية لأن جرم الأرض لا يوجب عند فلك الشمس قدراً يحس به ولا يختلف الرصد الواقع على وجه الأرض والرصد الحقيقى لو أمكن أعنى على مركز الأرض (٥) اختلافا له قدر وهذا التفاوت (٦) هو الذى يسمى اختلاف المنظر أى القوس من فلك البروج التى يحوزها (٧) طرفا الخطين الخارجين أحدهما من البصر والآخر من مركز الأرض الملتقين على مركز الكوكب ثم المفترقين بعده إلى فلك البروج وأما القمر فلقربه من الأرض يحصل له من اختلاف المنظر ما له قدر محسوس إلا أن يكون على سمت الرأس فيتخذ (٨) الخطان الخارجان من البصر ومركز الأرض فلا اعتماد إذن (٩) فى تحصيل مكان القمر الحقيقى على آلات الرصد فى أول الأمر وفى استخراج الأمور الكلية بل ينبغى أن يعتمد فى ذلك على الكسوفات القمرية وذلك لأنها ليست كالشمسية التى إنما تكون بحسب مقام الناظرين وتختلف باختلاف المناظر لأن كسوفها من قيام القمر (١٠) بين الأبصار (١١) وبين الشمس وأما كسوف القمر فهو انطماس ضوء الشمس عن جرم القمر بستر (١٢) الأرض وهو أمر فى القمر نفسه لا بحسب القياس إلى الناظر (١٣)

---

(١) سا ، د : المقالة الرابعة من المجسطى ويتلوها الخامسة والسادسة

(٢) [فى الأرصاد التى ينبغى أن تستعمل فى معرفة حركات القمر] : غير موجود فى سا ، د

(٣) سا ، د : عن

(٤) سا ، د : ينظر

(٥) سا : مكرر

(٦) سا ، د : الاختلاف

(٧) سا ، د : الذى يحوزه

(٨) سا : فيجد

(٩) ف : فى الهامش

(١٠) ف : فى الهامش

(١١) سا ، د : البصر

(١٢) ب : لستر

(١٣) ب ، سا ، د : المناظر

ثم لما كان تقويم الشمس متباينا (١) فى أى وقت شئنا ويكون القمر فى وسط الكسوف على مقابلتها أمكننا أن نعرف مكان (٢) القمر بالحقيقة فى وسط (٣) زمان الكسوف فهذه (٤) هى (٥) السبيل فى إرصاد القمر على الوجه الكلى . وأما فى الأمور الجزئية فقد (٦) يستعان بكل واحد من الأرصاد على ما نوضحه بعد .

فصل

فى معرفة أزمان أدوار القمر (٧)

ولما رصدوا القمر لم يجدوه كالشمس بحيث يعود فى مداره الواحد فى مدد متساوية إلى نسبة واحدة من الكواكب الثابتة (٨) ولا إلى نقشة واحدة ساكنة . ثم وجدوه يفعل اختلافاته من السرعة والبطء والتوسط ويفعل عرضه واختلاف عرضه فى كل واحد من أجزاء فلك البروج فلم يكن لأن (٩) هذا الاختلاف المدرك منه (١٠) أولا بسبب فلك خارج (١١) المركز غير ذى حركة خاصة وإلا لكان يتعين مواضع (١٢) لكل واحد من مسيراته العظمى والصغرى والوسطى ولكان (١٣) يحفظ بسبب المخالفة على ما يوجبه فلك خارج المركز يتحرك (١٤) بقسى متساوية ويتقدم بها ويتأخر فعلم أنه بسبب فلك التدوير وخصوصا وقد وجدوا (١٥) أعظم اختلافاته فى أيام مقابلات الشمس وأوقات الكسوفات (١٦) أصغر من أعظم اختلافه فى (١٧)

---

(١) سا : غير واضح
(٢) سا ، د : موضع
(٣) ب : غير موجود
(٤) سا ، د : فهذا
(٥) سا ، د : هو
(٦) سا ، د : قد
(٧) [فصل فى معرفة أزمان أدوار القمر] : غير موجود فى سا ، د
(٨) سا ، د : غير موجود
(٩) ف : الآن
(١٠) سا ، د : المذكور
(١١) سا : الخارج
(١٢) سا ، د : موضع
(١٣) سا : وإذ كان
(١٤) ب : غير موجود
(١٥) سا ، د : وجد
(١٦) سا ، د : الكسوف
(١٧) ف : من

تربيع الشمس ولا يمكن ذلك إلا بأن (١) يكون على فلك التدوير ويكون فلك التدوير على فلك خارج المركز فتارة يكون فلك التدوير أقرب (٢) فيكون ما يفرزه نصف (٣) قطره من فلك البروج أعظم وتارة يكون أبعد ويكون (٤) ما يحوزه (٥) أصغر فعلم من هذا أن مركز فلك تدويره يدور على حامل خارج المركز تكون نسبة (٦) فلك التدوير إليه نسبة (٧) الشمس إلى فلكها الخارج المركز وعلم أيضا أن حركته فى (٨) فلك التدوير غير مشابهة لحركة فلك التدوير فى فلك (٩) الحامل وإلا لتساوت (١٠) مدد عوداته على ما قيل ولا أيضا أسرع منه وإلا (١١) لسبق عودته فى فلك التدوير وهو عودة اختلافه عودته فى الطول أعنى عودة المسير الوسط بل وجد متأخرا حتى إذا عاد إلى مثل ذلك الاختلاف حتى (١٢) كان مذهبه فى الاختلاف ذلك المذهب كان قد زاد على العودة فى الطول ثم لم يجدوا ميله الذى له عن فلك البروج إلى الشمال (١٣) والجنوب ثابتا فى موضع واحد وإلا لكانت (١٤) عودته المرئية (١٥) فى الطول والعرض معا (١٦) أى كان إذا عاد بالرؤية إلى نقطة من الطول عاد إلى العرض الذى كان له عندها (١٧) فعلم أن فلكه المائل متحرك إلى المغرب مستقبل (١٨) بحركته إلى المغرب فعلم أن التقاطع بن فلك البروج وبين الفلك المائل غير ثابت فى

---

(١) ب ، سا ، د : أن

(٢) [على فلك خارج المركز فتارة يكون فلك التدوير أقرب فيكون] : موجودة فى هامش سا باعتبارها بين كلمتى أقرب ، فيكون

(٣) ف : ما يفرده

(٤) سا ، د : فيكون

(٥) ف : ما يحوره

(٦) سا : نسبته

(٧) سا : بسبب

(٨) ف : فى الهامش

(٩) سا ، د : فلكه

(١٠) ف : لتساوى — وفى سا ، د : تساوت

(١١) سا : ولا

(١٢) سا ، د : غير موجود

(١٣) سا ، د : السما

(١٤) سا ، د : لكان

(١٥) سا : المرتبة

(١٦) سا ، د : غير موجود

(١٧) سا ، د : عندهما

(١٨) سا ، د : مستقبلا

نقطة واحدة بل يتحرك (١) نحو المغرب بحركة المائل مقدار ما يجتمع فى دورة واحدة من جملة تفاوت ما بين الحركتين فإذا (٢) قسم على الأيام والساعات خرج حصتها (٣) وقد تحقق من ذلك أنه لو كان التقاطع (٤) ساكنا لكان الكسوف لا يكون فى كل موضع من فلك البروج ولكانت العروض لا تختلف فى كل موضع وكان نسبة القمر إلى (٥) الثوابت التى هى منازله فى قربه وبعده عرضا لا تختلف تكون واحدة (٦) ولما كان الأمر على هذا لم يمكن أن يستخرج مسير القمر الوسط (٧) بالسبيل الأول من السبيلين المذكورين فى باب الشمس بل كان السبيل الأخرى وهو أن يراعى مدة تشتمل على أشهر قمرية تامة وتشتمل (٨) على عدة أدوار فى الطول تامة أو مع قوس زائدة تتكرر (٩) بعينها (١٠) لعلة تذكر أنه لا بد منها يكون فى كل مدة مثلها مثل تلك الأدوار فى الطول بعددها والزيادة إن كانت وتكون العودات فى الاختلاف عائدة بعددها فلولا (١١) أن عودات الاختلاف تمت فيها أيضا وإلا لما كانت الأدوار الطولية متشابهة واجتهدوا أن يكون (١٢) عودات العرض فى أمثال تلك المدد متشابهة وذلك أن يراعى أطرافها بكسوفات (١٣) قمرية متشابهة الأحوال فإن تعذر أمر العرض جعلوا له رصدا خاصا . واعلم أن الأدوار القمرية إذا عادت أدوارا تامة فإن الأشهر لا يجب أن تتم بها لأن الشمس تتحرك فى الشهر مقدارا وإلى أن لا يلحقها (١٤) القمر بالمقابلة أو بالمقارنة (١٥) لا تتم الشهر ولذلك (١٦) لابد من أن

---

(١) سا ، د : متحركة

(٢) ب : فى الهامش [ما إذا] — وفى سا ، د : ما إذا

(٣) ب : نصيبها وبين السطرين [حصتها] — وفى سا ، د : نصفها

(٤) سا : القاطع

(٥) سا ، د : من

(٦) سا ، د : واحدا

(٧) سا : بالوسط

(٨) سا ، د : تشتمل

(٩) سا . يتكرر

(١٠) سا : تعقبها

(١١) سا ، د : لولا

(١٢) سا : تكون

(١٣) سا : وبكسوفات

(١٤) سا ، د : لا يلحقه

(١٥) سا ، د : المقارنة

(١٦) سا ، د : فكذلك

نزيد فى هذا الاعتبار على العودات فى الطول قوسا إلى تمام الشهر بعد أن تكون الزيادة فى كل مرة مثل تلك القوس دائما فبهذه السبيل أمكن الأقدمين أن يراعوا مدد الشهور ويتم بأن يتربص (١) بعد كل عودة إلى استقبال أو اجتماع والاستقبال أسهل بسبب الكسوف إذا عاد حضر (٢) الأشهر معلومة وأما كيف يمكن أن يراعى حتى تكون العودات فى الاختلاف تامة فهو على ما نبينه عن قريب وأما كيف يمكن أن يراعى ذلك لعودات العرض فبأن (٣) تكون الكسوفات التى نجد (٤) بها أطراف الشهور(٥) عند نقطة واحدة شمالية أو جنوبية ويعرف ذلك بتساوى مقدار الكسوف(٦) وبمقدار (٧) واحد من البعد (٨) من الأرض ويعرف (٩) ذلك بتشابه الابتداء والمكث والانجلاء فى المدة أو تشابه زمان ما بين الابتداء والاجتماع لتساوى مقدار الكسوف(١٠) وإذا كان عاد فى اختلافاته(١١) كلها جميع الأمور . والأقدمون لما رصدوا هذه المدد وذلك بالقياس إلى الكواكب الثابتة(١٢) وجدوا للأمور(١٣) كلها مدة(١٤) وذلك ستة آلاف وخمسمائة وخمسة(١٥) وثمانون يوما وثلث يوم تستكمل فيها(١٦) عندهم(١٧) من عودات الطول مائتين(١٨) وإحدى وأربعين(١٩) دورة والأجزاء التى تدور ها(٢٠)

---

(١) سا : غير واضح
(٢) فى هامش ب : حصل
(٣) ف : فأن
(٤) سا . تحدثها بدلا من [نجد بها] .
(٥) سا ، د : الأشهر
(٦) [ويعرف ذلك بتساوى مقدار الكسوف] : غير موجود فى سا
(٧) سا : بمقدار
(٨) سا ، د : بالبعد
(٩) سا : ونعرف
(١٠) [لتساوى مقدار الكسوف] : فى هامش ف – وفى سا : غير موجود
(١١) سا : اختلافه
(١٢) ف : غير واضح
(١٣) ب ، سا ، د : الأمور
(١٤) سا ، د : ومدة
(١٥) ب : وخمس
(١٦) سا ، د : فيه
(١٧) ب ، ف : فى الهامش
(١٨) ب ، سا ، د : مائتان
(١٩) ب ، سا ، د : وأربعون
(٢٠) سا : تديرها

الشمس بعد الدوائر عشرة أجزاء وثلثا جزء ومن عودات الاختلاف مائتا عودة وتسع وثلاثون عودة ومن عودات العرض مائتا عودة واثنتان وأربعون عودة ومن الأشهر مائتا شهر وثلاثة وعشرون شهرا ويسمون هذا الزمان الزمان (١) الدورى لأن فى مثله تدور الأحوال مرة أخرى على نسبتها لكنهم لأجل كسور الأيام ضاعفوا ذلك ثلاث مرات فتضاعفت معه العودات وسموه الزمان المستخرج والمستنبط وأما أبرخس فإنه لما استعان بأرصاده وأرصاد (٢) البابليين (٣) الأقدمين الكلدانيين النازلين كانوا بكلواذى (٤) وجد(٥) ما قدروه من ذلك خطأ وَوجدوا (٦) المدة المشتملة على جميع ذلك أما من الأيام فمائة ألف يوم وست (٧) وعشرون ألف يوم (٨) وسبعة (٩) أيام وساعة واحدة من ساعات الاستواء ووجدوا (١٠) الشهور المستكملة فيه أربعة آلاف ومائتين (١١) وسبعة (١٢) وستين (١٣) شهرا ومن عودات الاختلاف أربعة آلاف وخمسمائة وثلاثة وسبعين (١٤) عودة ومن أدوار الطول فى فلك البروج أربعة آلاف وستمائة واثنتى عشرة دورة إلا سبعة أجزاء ونصفا (١٥) بالتقريب تنقصها الشمس وكان قياسه أيضا إلى الثابتة (١٦) وخرج له الشهر الوسط تسعة وعشرين يوما وإحدى وثلاثين دقيقة وخمسين ثانية وثمانى (١٧) ثوالث (١٨) وعشرين رابعة بالتقريب وكان تحقيقه للأشهر بالكسوفات

---

(١) ف : فى الهامش

(٢) سا ، د : غير موجود

(٣) سا : غير واضح

(٤) سا : غير واضح

(٥) سا ، د : وجدوا

(٦) سا : ووجد

(٧) ب ، سا ، د : وسته

(٨) [وست وعشرون ألف يوم] : فى هامش ف

(٩) سا : وسته

(١٠) ب : ووجد

(١١) ب : ومائتان

(١٢) سا : وتسعة

(١٣) ب : وستون

(١٤) ب : وسبعون

(١٥) ب : ونصف

(١٦) سا : الثانية

(١٧) ب : وثمان – وفى سا : وثمانون

(١٨) فى هامش ب : [وتسع روابع وعشرون خامسة]

وأما إذا حققها بالاجتماع والاستقبال خرجت (١) له الأعداد أقل وسبيل ذلك من جهة العدد (٢) المشترك (٣) وهو (ير) (٤) الذى بعد الشهور وهى أربعة آلاف ومائتان وسبعة وستون ومن عدة دورات (٥) الاختلاف وهى ٤٥٧٣ فقسموا (٦) العددين عليه (٧) فحصل (٨) من الشهور (٩) مائتان وواحد وخمسون شهرا ومن (١٠) عودات الاختلاف مائتان وتسع سنين (١١) وأما العودة فى العرض فلم يجده (١٢) فى هذه الكسوفات على الشرط (١٣) المذكور إذ (١٤) لم يكن الجهة والمقدار واحدا فكان إذا أراد أن يراعى عودة العرض احتاج إلى اعتبار مدة الطول (١٥) وهى خمسة آلاف شهر وأربعمائة وثمانية وخمسون شهرا ومن أدوار العرض خمسة آلاف دورة (١٦) وتسع مائة وثلاثة وعشرين (١٧) دورة وإذا قرر الأمر ما وجده أبرخس (١٨) ثم قسمت المدة على عدة الأشهر فمن البين أنه تخرج أيام الشهر (١٩) وإذا قسمت العودات بعد أن تجعل درجا على جملة الأيام خرج المسير فى اليوم سواء فى (٢٠) الطول أو العرض أو الاختلاف وقد يستخرج أجزاء الوسط فى الطول

---

(١) سا ، د : خرج
(٢) سا : العود
(٣) فى هامش ب : [المشترك الذى بين الشهور]
(٤) [وعوير] : غير موجود فى سا ، د
(٥) سا : دوران
(٦) سا ، د : وقسموا
(٧) سا ، د : عليهما
(٨) سا ، د : فخرج
(٩) سا : غير واضح
(١٠) سا : من
(١١) سا : وستون
(١٢) سا : نجده
(١٣) سا : السط
(١٤) سا : إذا
(١٥) ف ، سا ، د : أطول
(١٦) سا ، د : غير موجود
(١٧) ب : وعشرون
(١٨) سا : غير واضح
(١٩) سا : شهر
(٢٠) ب : كان فى – حيث [كان] فى الهامش

بوجه أسهل وهو أن الشهر الوسط هو دورة تامة مع قوس تسير بها (١) الشمس (٢) فى مدة الشهر الوسط المعلومة والدورة مع قوس الشهر (٣) معلومة فوسط القمر فى الشهر (٤) معلوم ثم أن بطليموس أراد أن يعتبر ماوضعه أبرخس وغيره ويتأمل صحته فأنشأ لذلك حيلة فاستدرك على الأوائل بوجه أسهل من طريق أبرخس وأوضح (٥) واستصحب سلوك هذه الطريقة لما يعرض فى مسير القمر من (٦) الاختلاف وذلك أنه ليس كلها (٧) تساوى مدد عودات فى الطول تشابهت فيها الأدوار وذلك للاختلاف الواقع للشمس (٨) والقمر معا أما الشمس فيجب أن يراعى تساوى القسى التى تقطعها بعد الأدوار وليس يتفق ذلك دائما للاختلاف بل يجوز أن يتفق مدد الأشهر وتختلف زيادة (٩) الشمس والقمر فإن (١٠) الشمس مثلا إذا كانت المدة سنة ونصفا (١١) ومكان الشمس بعد الدورة فى (١٢) المدة الأولى فى جنبة الحضيض فسارت فى المدة الأولى بعد العودة قوسا يبتدىء من المسير الوسط الذى عند الحوت فى نصف السنة يسير (١٣) نصف الفلك (١٤) الخارج (١٥) المركز وأقل من نصف فلك البروج بما نعلم (١٦) وإذا (١٧) ابتدأت فى المدة الثانية كانت فى جنبة الأوج فسارت بعد العودة من المسير الوسط

---

(١) سا : سيرها

(٢) سا ، د : مع الشمس

(٣) [فى مدة الشهر الوسط المعلومة والدورة مع قوس الشهر] : فى هامش ب وغير موجود فى سا

(٤) سا ، د : الوسط

(٥) ب : وأصح

(٦) سا ، د : فى

(٧) سا ، د : كما

(٨) سا ، د : فى الشمس

(٩) سا ، د : زيادات

(١٠) ف ، سا ، د : بازاء

(١١) ب ، سا ، د : ونصف

(١٢) ب : فى ابتداء — حيث [ابتداء] فى الهامش

(١٣) سا ، د : مسيرها

(١٤) سا ، د : غير موجود

(١٥) ف : والخارج

(١٦) فى هامش ب : بق د مه

(١٧) سا ، د : فاذا

الذى عند السنبلة فيكون مسيرها فى نصف السنة نصف الفلك الخارج المركز وأكثر من نصف فلك البروج بما تعلم (١) وهو دمه (٢) فتكون (٣) حركتها فى (٤) الفلك الخارج متساوية وما تسيره فى فلك البروج غير مساو (٥) بل يجب أن يراعى (٦) فى مسير الشمس أن لا يكون اختلاف البتة أو يكون اختلاف واحد وذلك بمراعاة (٧) أمور منها أن تتم أدوار الشمس فى فلكها (٨) وتنجبر (٩) الكسور القوسية أو تكون (١٠) زائدة بالنصف المبتدىء من الأوج إلى الحضيض فى المدة الأولى ومن الحضيض إلى الأوج فى المدة (١١) الثانية فى الأصلين جميعا حتى لا يكون اختلاف أو يكون فى (١٢) الابتداء فى كلا (١٣) الزمنين (١٤) نقطة واحدة (١٥) والانتهاء إلى نقطة واحدة (١٦) وهذا (١٧) لايكون فى أزمنة متتالية أو يكون مبدأ الزمانين من قطع واحد بعينه وبعد سواء من جنبتى البعدين (١٨) المختلفين فيكون ابتدأ (١٩) مثلا فى أول كسوف الزمان الأول وله بعد من الأوج أو الحضيض فى جهة وحصل (٢٠) فى آخر الزمان الثانى فى مثل ذلك البعد من الجهة الأخرى (٢١)

---

(١) سا : يعلم – وفى هامش ب : [وتتفاوت المدتان بتسعة أجزاء ونصف فيكون مسير الفلك الخارج متساوية]
(٢) سا ، د : [بتسعة أجزاء ونصف] بدلا من [وهو دمه]
(٣) سا : فيكون
(٤) سا ، د : مسير بدلا من [حركتها فى]
(٥) [وما تسيره فى فلك البروج غير مساو] : غير موجود فى سا ، د
(٦) سا : نراعى
(٧) سا : لمراعاة
(٨) سا ، د : فلكه
(٩) سا ، د : ولتجبر
(١٠) سا : يكون
(١١) ب ، سا ، د : غير موجود
(١٢) سا ، د : غير موجود
(١٣) سا ، د : كل واحد من
(١٤) سا ، د : الزمانين
(١٥) ب : واحدة الاختلاف – وفى ف : [الاختلاف] مشطوبة
(١٦) ب : واحدة الاختلاف – وفى ف : [الاختلاف] مشطوبة
(١٧) فى هامش ب : [كل واحد من الزمانين نقطة واحدة والانتهاء إلى نقطة واحدة وهذا]
(١٨) سا : غير واضح
(١٩) سا ، د : غير موجود
(٢٠) سا ، د : فحصل (٢١) سا ، د : جهة أخرى

فابتدأت(١) الشمس مثلا من نقطة لها بعد من الأوج وتمت الأدوار عندها ثم زادت على ذلك قوسا فحصلت عند الأوج ثم تمت الأدوار عند الأوج وزادت على ذلك قوسا فحصلت على بعد من الأوج مثل بعد النقطة الأولى التى منها ابتدأت وكذلك(٢) من جانب الحضيض حتى كان الاختلاف واحدا بعينه وتكون القسى الفاضلة على الأدوار التامة من فلك البروج متساوية وبعد هذا فيجب أن يراعى(٣) مثل (٤)هذا فى مسير القمر من البروج فإنه يجوز أن يتفق عودات للقمر فى البروج(٥) فى المدد المتساوية متساوية ثم لا يجب أن يكون عاد إلى اختلاف الذى منه ابتدأ أولا (٦) إلى عرضه(٧) أما الاختلاف فلمثل (٨) ما قلنا للشمس فإنه إذا تحرك بعد الأدوار مبتدئا فى أول الزمان (٩) من أسرع السير إلى أبطأه وفى الثانى بعدها من أبطأه (١٠) إلى أسرعه فيرى أنه قطع فى زمانين متساويين قسيا فى الطول من فلك البروج متساوية من غير أن يكون قد تم الدور فى الاختلاف فى كل واحد من الزمانين ولا(١١) عاد إلى اختلافه الأول فهذ مثال(١٢) مالا يكون له فى أحد الزمانين فضل اختلاف أصلا(١٣) وكذلك (١٤) إذا تحرك فى كل واحدة (١٥) من المدتين من سير واحد بعينه بحيث الزيادة أو النقصان(١٦) ثم لم ينته إلى ذلك السير بعينه(١٧) ويكون (١٨) فضل الاختلاف

---

(١) سا ، د : وابتدأت — (٢) سا : أو كذلك

(٣) سا : تراعى — (٤) سا : ميل

(٥) سا ، د : [يمكن أن يكون مسير القمر] بدلا من [يجوز أن يتفق عودات القمر فى البروج]

(٦) ب : ولا

(٧) سا : غرضه

(٨) سا : فلميل

(٩) سا ، د : الزمانين

(١٠) سا ، د : أبطأ السير

(١١) سا : أولا

(١٢) سا ، د : غير موجود

(١٣) ب ، سا ، د : البته

(١٤) سا : ولذلك

(١٥) سا ، د : واحد

(١٦) ف ، سا ، د : والنقصان — وفى هامش ب : [أى لا يكون عاد إلى الموضع الذى كان فيه من فلك التدوير فيكون فضل الاختلاف واحدا وأنه قطع من البروج قوسين متساويين ولا يكون]

(١٧) [ثم لم ينته إلى ذلك السير بعينه] : غير موجود فى سا ، د

(١٨) سا ، د : فيكون

واحدا فإنه (١) يكون (٢) قد(٣) قد قطع من البروج قوسين متساويتين(٤) ولا يكون عاد من الاختلاف واحدا وهذا فلا يزال (٥) وكذلك إذا كان المبدآن فى السيرين من قسى بعدها عن البعد(٦) الأبعد أو الأقرب من جنبتيه سواء فيكون كما مثلنا فى الشمس قد ابتدأ من نقطة وتم(٧) الدورات إليها ثم حصل بعدها (٨) عند الأوج أو الحضيض ثم تم الدورات عند الأوج أو الحضيض ثم زاد قوسا مثل القوس التى زادها (٩) فى الكرة الأولى (١٠) فنرى أنه سار قسيا من فلك البروج متساوية ولا يكون عاد إلى اختلافه . وأما فى العرض فقد سبق القول فيه (١١) فإذن (١٢) يجب أن نختار لكل واحد (١٣) من الاختلاف (١٤) والعرض ما نؤمن معه هذا الخطأ . وأما (١٥) الاختلاف (١٦) فيجب أن نجعل المبادىء من أمور عظيمة الاختلاف إما بالفعل والمقدار وإما بالقوة وإن كان يمكن أن يراعى بما هو دون ذلك لكن الأولى والأصح ذلك أما الذى (١٧) بالفعل فبأن يكون الابتداء من (١٨) البعدين العظيمى (١٩) الاختلاف بأن (٢٠) نجعل مبتدئا فى إحدى المدتين من إبطاء السير ونحفظ حتى لا يكون

---

(١) سا ، د : وأنه

(٢) سا ، د : غير موجود

(٣) ب ، سا ، د : غير موجود

(٤) ف ، سا ، د : متساويين

(٥) ب ، ف : غير واضح

(٦) سا ، د : غير موجود

(٧) سا : تم تمم – حيث [تمم] مشطوبة

(٨) فى هامش ف : بعد

(٩) سا ، د : غير موجود

(١٠) سا : الأولية

(١١) ف ، سا ، د : به

(١٢) سا ، د : فاذا

(١٣) سا ، د : واحدة

(١٤) سا ، د : الاختلافات

(١٥) ف ، سا ، د : أما

(١٦) سا ، د : للاختلاف

(١٧) ف : فى الهامش

(١٨) سا : بين

(١٩) سا ، د : العظيمين

(٢٠) ف : وأن – وفى سا ، د : فأن

انتهاؤه عند أسرع السير وأن يبتدأ (١) فى المدة الثانية من أسرع السير من غير أن ننتهى إلى إبطاء السير فهناك يعظم الاختلاف فى الطول وخاصة عند الربع أو الثلاثة الأرباع من الدائرة فيتضاعف غاية الفضل ومهما لم ننته إلى المذكورين لم يمكن أن يرى (٢) قاطعا فى (٣) مدد (٤) متساوية قسيا فى الطول متساوية أو يتم(٥) العودة وأما الذى بالقوة فأن يبتدى فى إحدى المدتين من عند المسير الأوسط (٦) الذى يأخذ إلى الأسرع (٧) وفى المدة (٨) الأخرى (٩) من (١٠) عند المسير الوسط (١١) الذى يأخذ فى (١٢) الإبطاء وها هنا إذا صادف السير ربعا أو ثلاثة أرباع تضاعف غاية الفضل وإن صادف نصفا تضاعف أربع مرات فلا (١٣) يكون اختلاف فى القوة أعظم منه ولا يمكن أن يقع غلط فيكون قد قطع قسيا متساوية من البروج ولم يتمم العودات فى الاختلاف ولهذا اختار أبرخس (١٤) تصحيح اختلاف الشمس بأن جعل فى (١٥) إحدى المدتين من أسرع السير غير منته إلى أبطأه وفى الأخرى بالعكس . وأما للعرض(١٦) فما (١٧) ذكرناه فيما سلف فهو الأحوط (١٨) مع تحصيل العقدة فبين أن هذ الطريقه ليست بسهلة (١٩) وإن كانت بحيث إذا

---

(١) سا ، د : نبتدىء

(٢) سا : نرى

(٣) سا ، د : غير موجود

(٤) سا ، د : مدة

(٥) ف : غير واضح

(٦) سا ، د : الوسط

(٧) سا : السرعة

(٨) سا ، د : غير موجود

(٩) سا ، د : الآخر

(١٠) سا ، د : غير موجود

(١١) سا ، د : غير موجود

(١٢) ب ، سا ، د : إلى

(١٣) ب ، سا ، د : ولا

(١٤) سا : انرجس

(١٥) سا ، د : غير موجود

(١٦) ف : العرض

(١٧) ف : ما

(١٨) سا ، د : الاحتياط فيه

(١٩) سا ، د : بسهلة فإذا حفظ

حفظ (١) ما قيل فيها لم يوجد مقصرة فى الإيصال (٢) إلى المطلوب ولكن السبيل الذى ذكره بطليموس فى الاستدراك على المتقدمين وجد به الأشهر والأدوار (٣) فى الطول موافقة لما وجده أبرخس فى (٤) الاختلاف (٥) والعرض مخالفة (٦) لذلك أما الاختلاف فوجده فى مدة أطول وأما العرض (٧) فوجده فى مدة أقصر .

فصل

فى حركات القمر الجزئية المستوية (٨)

وقبل الشروع (٩) فى تحقيق ذلك الاستدراك وضع جداول المسير (١٠) للقمر (١١) فى الطول والاختلاف والعرض مصلحا بما استدركه ووضع مسير القمر فى الطول بقسمة درج (١٢) دورة واحدة (١٣) وقوس سير القمر الوسطى على أيام الشهر فخرج لليوم (١٤)الواحد (ط ى لد لح لح ل ل) (١٥) بالتقريب ثم قسم ذلك على الساعات وأجزائها وضرب عدد أدوار الاختلاف فى (شس) (١٦) ليجعلها درجات (١٧) ثم قسمها على أيام المدة التى لأبرخس (١٨) فخرج حركة

(١) [إذا حفظ] : غير موجود فى سا ، د
(٢) سا : غير واضح
(٣) ف : فى الهامش
(٤) سا : وفى
(٥) سا : اختلاف
(٦) سا : مخالفته
(٧) سا ، د : فى العرض
(٨) [فصل فى حركات القمر الجزئية المستوية] : غير موجود فى سا ، د
(٩) سا : السرع
(١٠) سا ، د : مسير
(١١) سا ، د : القمر
(١٢) ف : درجة
(١٣) سا : غير موجود
(١٤) ف : فى الهامش
(١٥) ف : يج ى لد يح لح ل ل — وفى سا ، د : يج ى لد لح قيح ل ل
(١٦) سا ، د : ستين
(١٧) سا ، د : درجا
(١٨) سا : لا برجس

الاختلاف المستوى فى اليوم (يحـ حـ لـ يو كط لح لح) (١) لكن (٢) لما اختبره بطريقته وجده ناقصا ووجده فى اليوم (يحـ يح يو ير نا يط) (٣) ثم قسمه (٤) على الساعات ثم عمل بأدوار العرض كذلك فخرج على أصل أبرخس(٥) ليوم واحد (يج كجـ مه لط م نر يط)(٦)وخرج على استدراكه أكثر من ذلك وهو (يج يج مه لط مح يو لر) (٧)

وسنبين أن (٨) الحركة الوسطى للبعد هى حركة الخارج والبعد هو تباعد ما بين الشمس والقمر فهو فضل ما بين حركتيهما الوسطى تكون فى اليوم (يب يا لو ما ك نر يط) (٩) فقسم (١٠) ذلك على (١١) الساعات وأجزائها وضرب جميع هذا فى الشهور التامة وهى ثلاثون يوما ثم فى أيام السنة المصرية (١٢) وهى ثلاثمائة وستون يوما وأسقط الأدوار التامة من الحمل وأخذ(١٣) ما يفضل ثم ضربه فى ثمانى عشرة(١٤) سنة لعمل الجداول وهى ثلاثة ألواح بجدولة أحدها (١٥) للسنين (١٦) المجموعة متزايدة على التوالى بثمانى عشرة (١٧) ثمانى عشرة (١٨) سنة والثانى للسنين (١٩) المفردة إلى ثمانى عشرة (٢٠) وتحتها للساعات والثالث

---

(١) ف : يحـ ح يج يو كط لح لح – وفى سا : يحـ حـ لحـ يو د ط يح يح
(٢) سا : لكنه
(٣) ف : يحـ حـ يحـ يو ير يا يط – وفى سا ، د : يج د يج يو ير يا نط
(٤) سا : قسمت
(٥) سا : افرجس
(٦) ف ، سا ، د : يج يج مه لط م ير يط
(٧) ف : يج يج مه لط مح لو لر – وفى سا ، د : د لح مد لط مح ير لر
(٨) سا : غير واضح
(٩) ف : يب ياكو يا ك ير يط – وفى سا ، د : يب يا لو ما ك ير يط
(١٠) سا : يقسم (١١) ب ، سا ، د : إلى
(١٢) سا ، د : غير موجود
(١٣) سا : واحد
(١٤) ب ، سا ، د : ثمانية عشر
(١٥) سا : أحد
(١٦) ف : للسير
(١٧) ب ، سا ، د : بثمانية عشر
(١٨) [ثمانى عشرة] : غير موجود فى سا ، د
(١٩) ف : للسير
(٢٠) ب ، سا ، د : ثمانية عشر

للشهور وتحتها الأيام وكل لوح فيه جدول طولانى لحركات الطول والآخر لحركات الاختلاف والآخر (١) لحركات الأرض والآخر لحركات البعد وكل جدول طولانى فهو مقسوم عرضا إلى السوادس .

فصل

فى أن الذى يلزم القمر من الاختلاف شىء واحد إن جعل ذلك على جهة الفلك الخارج المركز وإن جعل على جهة فلك التدوير(٢)

ثم شرع فى إبانة [الوجه لخصه (٣) فى استخراج مسير الاختلاف وقال أولا إنه وإن كان يظهر للقمر اختلاف ثان غير] هذا الاختلاف وثالث (٤) على ما بينه (٥) وغفل عنه أكثر المتقدمين فإن ذلك غير صائر (٦) لنا فى غرضنا (٧) هذا لأنا نعتبر الحكم من الكسوفات القمرية وهى عند الاستقبالات لا محالة وليس للاختلافات الثانية (٨) والثالثة عند الاستقبال كما تبين (٩) كثيرا تنزيل (١٠) الثانية تعظم (١١) عند التربيعين والثالثة عند التسديسين وإنما جعلنا هذا الاختلاف اختلافا أول إذ يوجد مع عدم الاختلافات الأخرى وتلك لا توجد إلا مخالطة له (١٢) فهو(١٣) أولى بأن يكون الكلام المقدم إنما قال هو فيه وهذا الاختلاف وإن كان حاله فيما يعرض عنه وله يلزمه (١٤) على أصل التدوير وأصل الخروج

---

(١) سا : والأخرى

(٢) [فصل فى أن الذى يلزم القمر من الاختلاف شىء واحد إن جعل ذلك على جهة الفلك الخارج المركز وإن جعل على جهة فلك التدوير] : غير موجود فى سا ، د

(٣) ف ، سا ، د : يخصه

(٤) سا ، د : أو ثالث

(٥) ب ، سا ، د : مانبينه

(٦) ب : ضاير

(٧) سا ، د : عرضنا

(٨) سا : الثابتة

(٩) سا ، د : بين

(١٠) سا : غير واضح

(١١) سا : يعظم

(١٢) سا ، د : لها

(١٣) ب : وهو

(١٤) ف ، سا ، د : ويلزمه

عن المركز واحدا فإن الأولى أن يوضع هذا الاختلاف على أصل التدوير ويوضع (١) الثانى على أصل الخروج حتى يكون فلك خارج المركز يحمل فلك التدوير فإن هذا هو الذى يستمر على ما أشرنا إليه فيما سلف وأما أنه كيف يمكن أن يكون اللوازم من الأصلين فى هذا الباب واحدة (٢) وليس مسير الاختلاف مشابها للمسير فى الطول كما كان فى الشمس (٣) مشابها له بل ها هنا نسبه قوس (٤) المسير (٥) من التدوير إلى فلكها أصغر من نسبة قوس المسير من الخارج إلى فلكها فذلك مما تبين (٦) مما (٧) نقوله ولنضع الحامل موافقا (٨) فى المركز إذ لم يتعرض بعد لخارج المركز ولا وضعنا الحامل الموافق مكان الحامل (٩) الخارج مما يظهر ضرره فى هذا الاختلاف الأول وأما الشرط الذى يجب أن يقدم فى مراعاة استواء حكم (١٠) هذا الاختلاف إذا كان القمر على تدوير هو على حامل أو (١١) كان على خارج المركز دون التدوير فإن (١٢) يكون مسير التدوير على (١٣) الحامل يفعل قوسا أعظم فى النسبة من قوس القمر فى التدوير وأن يكون (١٤) قوس (١٥) الخارج التى يقطعها القمر لو كان عليها (١٦) شبيهة بقوس التدوير (١٧) إلا أن الخارج يتحرك إلى ضد جهة (١٨) حركة القمر قوسا شبيهة بفضل قوس

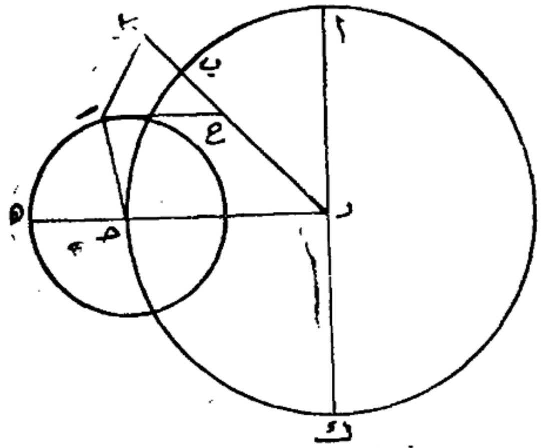
---

(١) سا : ويرجع
(٢) سا ، د : واحدا
(٣) [فى الشمس] : فى هامش ف
(٤) سا : غير موجود
(٥) سا ، د : المسير فيها
(٦) سا : يبين
(٧) ب ، سا ، د : بما
(٨) ب : موافق
(٩) [الموافق مكان الحامل] : غير موجود فى سا
(١٠) سا : حلم
(١١) سا : إذا
(١٢) سا ، د : مع أن
(١٣) سا : فى
(١٤) سا ، د : [ويكون] بدلا من [وأن يكون]
(١٥) سا ، د : القوس
(١٦) [لو كان عليها] : غير موجود فى سا ، د
(١٧) سا ، د : التدوير ولو كان عليها
(١٨) سا : غير موجود

الحامل على قوس التدوير وأن تكون حركة القمر (١) إلى المشرق ضد حركة الكل وسواء وضعت النسب متساوية أو متشابهة فإن الحكم فى الأصلين يكون واحدا «أ» فلتوضع (٢) أولا متساوية وليكن أ ب حـ (٣) الموافق على مركز وقطر أ ك (٤) والتدوير دائرة ه ر (٥) على حـ وقد صار من أ إلى حـ والكواكب (٦) من ه الأوج إلى ر ونصل حـ ر ، د حـ ه (٧) ويكون قوس أ حـ أعظم من القوس الشبيهة بقوس ه ر من دائرتها فنأخذ ب حـ قوسا نسبتها إلى دائرة أ ب حـ نسبة (٨) ه ر (٩) إلى دائرتها (١٠) ونصل دب (١١) فنبين (١٢) أن زاوية أ ب [د هى زاوية الفضل بين المسير الوسط ومسير الاختلاف وهو قدر ما فرضنا أن الخارج (١٣) المركز يتحركه (١٤) وكان القمر عليه فى زمان مثل هذا الزمان فى هذا الأصل فنأخذ د ح مثل جـ ر (١٥) ونصل ح ر (١٦) فلأن قوس ب حـ (١٧) شبيهة بقوس ه ر فنبين (١٨) أن زاوية ب د حـ (١٩) مثل ر حـ ه الخارجة المقابلة فيظهر أن جـ د ح ر متوازى الأضلاع فإذا أدير (٢٠) على مركز ح وببعد (٢١)

(١) سا ، د : الحركة القمرية
(٢) سا : فلتضع (٣) سا : ا ب د
(٤) ف ، سا : ا د (٥) سا : ه و
(٦) سا : فالكوكب
(٧) ف : حـ ر د ، حـ د – وفى سا ، د : حـ ر ، حـ ه
(٨) سا : مكرر
(٩) سا : غير واضح
(١٠) سا ، د : دائرته
(١١) سا : د
(١٢) سا ، د : فنبين
(١٣) سا ، د : خارج
(١٤) ف : يتحرك
(١٥) ف : حـ د
(١٦) ف : ع د – وفى سا : حـ ر
(١٧) ف ، سا : ب ع
(١٨) سا ، د : فنبين
(١٩) سا ، ف : ب د ع
(٢٠) سا ، د : عمل
(٢١) سا : تبعد

ح ر[1] (قوس) ط ر كان من الخارج الذى على النسبة المطلوبة فليقطعه خط د ب ط على ط فزاوية ط ح ر الخارجة مثل ح د جـ الداخلة المقابلة أعنى ر جـ هـ (٢) الخارجة فـ : ر ط (٣) شبيهة هـ ر فقد بان إذن أنه سواء تحرك (٤) الكوكب



شكل (٧١)

قوس ط ر وتحرك خط ط د قوس أ ب أو تحرك الكوكب قوس هـ ر وتحرك مركزه (٥) قوس (٦) أ جـ فإنه يرى على خط واحد وقد سار قوسا واحدة وبالعكس ولا يكون على خط آخر . (*) « ب » قال ولنبين ذلك والنسب

---

(١) سا : د
(٢) سا : ر ع هـ
(٣) ف : [ف : ق ط]
(٤) سا : غير واضح
(٥) سا : (هـ) بدلا من (مركزه)
(٦) سا ، د : خط

(*) حركة القمر : عندما طبق القدماء نظريتى الخارج المركز وفلك التدوير على حركة القمر وجدوا بعض الاختلافات بين النظرية وبين الأرصاد . فإذا فرض القمر متحركا على فلك التدوير بينما يتحرك مركز التدوير على البروج ، فان زاوية سير القمر لا تساوى زاوية سير مركز التدوير . ولذلك وضعوا لحركات القمر نظريتين متكافئتين هما :

الأولى : يتحرك القمر على فلك التدوير زاوية أقل من حركة مركز التدوير على البروج وفى اتجاه عكسى .

الثانية : يتحرك القمر على خارج المركز بينما يتحرك خارج المركز نفسه زاوية تساوى الفرق بين حركة مركز التدوير وحركه القمر على فلك التدوير .

ولإثبات ذلك نعتبر فى شكل (٧١) أن أ ب حـ البروج ، ر هـ التدوير مركزه نقطة حـ ولنفرض أن القمر تحرك زاوية هـ حـ ر أصغر من زاوية أ د حـ التى تحركها التدوير .

متشابهة على ماتدرى فلتكن دائرة طك الخارجة المركز على مركز ل وم مركز فلك البروج و : طك قوس حركة الكوكب و : ح ط قوس حركة الفلك حتى ينقطع من فلك البروج على النسبة المذكورة وتكون زاوية ح م ط لتلك (١) الأجزاء من فلك البروج ونصل ط ل م د (٢) القطر ونصل ل ك ، م ك ، م ح ، ل ح (٣) ولتكن (٤) دائرة (٥) أ ب حـ موافق المركز على د وقطع تدوير هـ ر (٦) بمركز حـ (٧) منها أ حـ (٨) والكوكب (٩) من التدوير قوس هـ ر (١٠) شبيهة (١١) ط ك ولنأخذ أ ب شبيهة ح ط ونصل أ د ك (١٢) القطر ، ب د ، د ر ، حـ ر ، د حـ هـ (١٣) فلأن نسبة د حـ إلى حـ ر (١٤) من مثلث د حـ ر (١٥)

فاذا فرض أن القمر يتحرك على خارج المركز فالمطلوب إثبات أن خارج المركز يتحرك أيضا زاوية = أ د حـ - هـ حـ ر

لذلك نأخذ نقطة ب بحيث يكون ب د̂ حـ = هـ حـ̂ ر ونصل د ب ثم نأخذ د ع = حـ ر فيكون د ع ر حـ متوازى أضلاع

∴ هـ حـ̂ ر = ب ع̂ ر ، د ع = حـ ر = نصف قطر التدوير

نرسم القوس ط ر من دائرة نصف قطرها ع ر فيكون ط ر هو الخارج المركز وذلك باعتبار أن نصف قطر التدوير = البعد بين مركزى البروج والخارج

وقد تحرك القمر عليه من نقطة ط إلى نقطة ر بينما تحركت نقطة ط نفسها زاوية أ د ب حيث أ د ب = أ د حـ - ر حـ هـ وهو المطلوب

(١) [فلك البروج و : ط ك قوس حركة الكوكب و : ع ط قوس حركة الفلك حتى ينقطع من فلك البروج على النسبة المذكورة وتكون زاوية ع م ط لتلك] : غير موجود فى سا

(٢) سا : ط ل م ك

(٣) ف : ل ك ، م ك ، م ع - حيث [م ك] فى الهامش - وفى سا : ل ك ، م ع ، م ك ، م ع

(٤) سا : وليكن

(٥) سا ، د : غير موجود

(٦) ف ، سا ، د : تدويره ر

(٧) ف ، سا ، د : بمركزه

(٨) ف ، سا ، د : أ ع

(٩) سا : والكواكب

(١٠) سا : غير واضح

(١١) سا : وشبيه

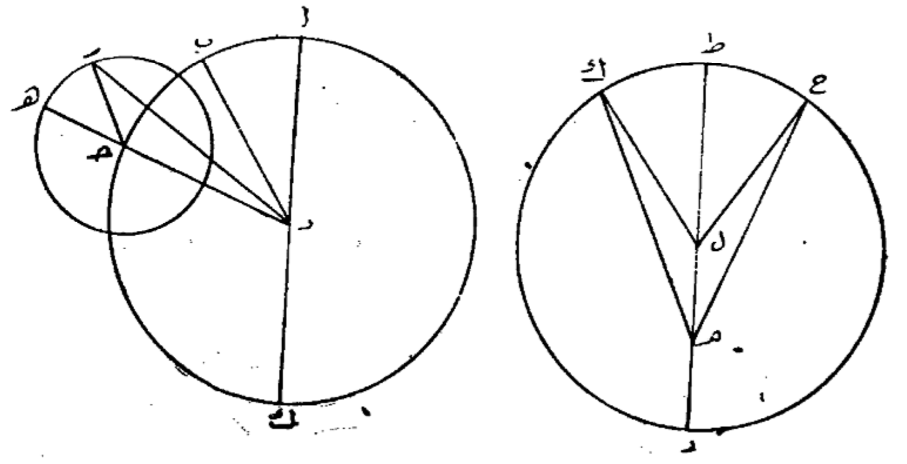
(١٢) سا : أ د

(١٣) سا : د ع هـ

(١٤) سا : د ع إلى ع ر

(١٥) سا : د ع ر

كنسبة ل ك إلى ل م من مثلث ك ل م وزاويتا ل ، حـ متساويتان لأنهما تبقيان عن قائمتين بعد ر حـ هـ ، ط ل ك (١) المتساويتان (٢٢) فالمثلثان (٣) شبيهان فزاوية م كزاوية ر ولكن (٤) ب حـ (٥) شبيهه ط ك أعني هـ ر فزاويتا ب د حـ ، ر حـ هـ (٦) متساويتان : ب د ، ر حـ (٧) متوازيان فزاوية ب د ر مثل زاوية د ر حـ (٨) أعني ل م ك وقدبان أن زاوية أ د ب التي للفضل مثل ح م ط فجميع زاوية م مثل زاوية أ د ر وذلك ما أردنا أن نبين(*) .



شـــكل (٧٢)

---

(١) ف : د حـ هـ ، ط ل ك – وفي سا : رح هـ ، ط ل ك

(٢) أ ، سا ، د : المتساويتين

(٣) ف : والمثلثان

(٤) سا : لكن

(٥) سا : ب ع

(٦) سا : غير واضح

(٧) سا : ب د ، ر حـ

(٨) سا : د ر ع

(*) إثبات نظرية حركات القمر باعتبار أن :

النسبة بين نصف قطر التدوير إلى نصف قطر البروج = النسبة بين نصف قطر الخارج إلى نصف قطر البروج

البرهان : في شكل (٧٢) ع ط ك د الخارج ومركزه نقطة ل ، ومركز البروج م . ولنفرض أن القمر تحرك من ط إلى ك وفي نفس الوقت يكون نصف قطر الخارج ل ط قد تحرك في نفس الاتجاه زاوية معلومة ، أو يمكننا اعتبار الخارج ثابتا بينما تحرك البروج بالعكس نفس الزاوية .

نفرض حركة البروج العكسية هي زاوية ط م ع

فصـــل

فى تبين(١) اختلاف القمر الأول البسيط (٢)

ولما بين بطليموس ذلك مال (٣) إلى اختيار (٤) فلك التدوير لهذا الاختلاف ولم يبال أن يجعل القمر كأنه لا عرض له بل كأنه على فلك (٥) البروج ليسهل له البيان الذى يحاوله ولا (٦) يصعب بسببه (٧) ما يجب من حساب العرض الذى لا يقع يتركه تفاوت محسوس على ما نبينه بعد وإن كان الواجب أن يتوهم أولا فى الكرة التى تحمل القمر فلكا فى سطح فلك(٨) البروج وعلى مركزه وآخر (٩)

فيكون القمر قد سار على البروج زاوية ع م ك

وليكن ا ب ح ك البروج ومركزه نقطة د ، والتدوير ر هـ مركزه نقطة ح ، ونفرض أن القمر تحرك زاوية هـ ح ر = ط ل ك بينما تحرك التدوير زاوية ا د ح > هـ ح ر ، ولنأخذ زاوية ا د ب = ع م ط

والمطلوب إثبات أن زاوية ع م ط = ا د ح − ر ح هـ

فى المثلثين ر ح د ، م ل ك : ر ح / ح د = ل م / ل ك

، ر ح^ د = م ل ك (لأن ر ح هـ = ط ل ك)

∴ المثلثان متشابهان وينتج أن زاوية ح ر د = ك م ل

لكن زاوية ط ل ك = ر ح هـ = ب د ح

∴ ا د ح = ا د ب + ب د ح = ا د ب + ر ح هـ = ع م ط + ر ح هـ

∴ ع م ط = ا د ح − ر ح هـ وهو المطلوب

(ملحوظة : لم يثبت ابن سينا ذلك مباشرة بل أثبت أن زاوية ع م ك = ا د ر ومن ذلك يمكن استنتاج المطلوب)

(١) ف : تفصيل
(٢) [فصل فى تبين اختلاف القمر الأول البسيط] : غير موجود فى سا ، د
(٣) سا ، د : مال
(٤) سا : اختبار
(٥) ف : سطح – وفى سا ، د : مركز
(٦) سا : فلا
(٧) سا ، د : يسبب
(٨) سا ، د : غير موجود
(٩) سا : والآخر

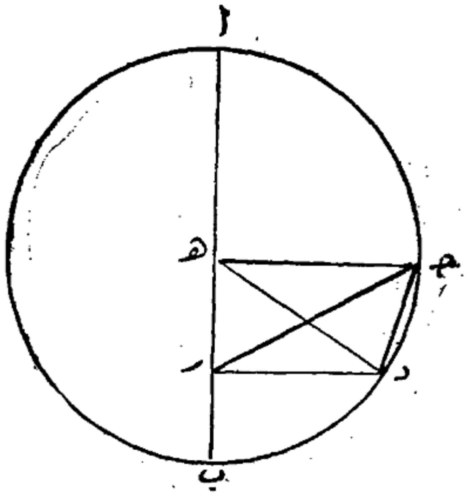
مائلا عنه بمقدار العرض إلا أنه على مركزه ويتحرك بفضل حركة العرض(١) على حركة الطول(٢) حركة (٣) مستوية على مركز البروج وينتقل(٤) الأوج بفلك (٥) آخر فى سطحه وعليه فلك التدوير وفلك التدوير يتحرك عليه (٦) مشرقيا والقمر على فلك التدوير مغربيا لكنه وإن كان كذلك فقد أخذ الحامل كأنه فى سطح البروج للعذر المذكور وأما وجه بيانه لتقدير الاختلاف فلنقدم قبله مقدمات ينتفع بها فى هذا الشكل ويعين(٧) على معرفة أحوال التعاديل فنقول « حـ » إذا كانت (٨) القوس الوسطى دون نصف دائرة حيث (٩) يكون التعديلان زائدين معا (١٠) أو ناقصين معا كان التعديل بين القوس الحقيقة وبين (١١) الوسطى(١٢) هو فى مدة قطع القوس الوسطى تفضل ما بين التعديلين الأصليين اللذين توجبهما(١٣) الدرجتان اللتان تحدان (١٤) تلك المدة ولنبين (١٥) ذلك على أصل الخارج المركز (١٦) ولتكن دائرة أ ب د حـ على مركز هـ للخارج (١٧) و : ا هـ ر ب(١٨) القطر المار بالمركزين و : ر مركز البروج (١٩) وليكن الكوكب (٢٠) على د فيكون

(١) سا ، د : الطول – وفى ب : [العرض] وفوقها بين السطرين [الطول]
(٢) سا ، د : العرض – وفى ب : [الطول] وفوقها [العرض]
(٣) ب : غير موجود
(٤) سا : فينتقل
(٥) سا : لفلك
(٦) سا ، د : عليها
(٧) سا : غير واضح
(٨) سا ، د : كان
(٩) ف : غير واضح
(١٠) سا : وكليين
(١١) سا ، د : غير موجود
(١٢) سا ، د : والوسطى
(١٣) سا : توجبه
(١٤) سا : يحدان
(١٥) ف : وليس
(١٦) سا ، د : أولا
(١٧) ف : الخارج
(١٨) سا : غير واضح
(١٩) سا ، د : ومركز البروج ر
(٢٠) ف : بين السطرين

تعديله زاوية ه د ر وذلك بحسب درجة د ثم إذا صار على حـ حتى كان وسطه فى هذا الزمان قوس حـ د فكان (١) تعديله (٢) بحسب درجة (٣) حـ (٤) زاوية ه حـ ر وليكن (٥) تعديل (٦) د بحسب الدرجة التى (٧) هو (٨) زاوية ه د ر وليكن أعظم ونتصل د حـ ولنضع التعديلين كما يجب فى غرضنا (٩) مختلفين وليكن ه د ر أعظم من ه حـ ر فنقول من البين إن زاويتى ه حـ د ، ه د حـ (١٠) متساويتان لا محاولة فإذا نقصنا من زاوية حـ زاوية ر حـ ه وزدنا على زاوية د زاوية ه د ر (١١) حصل منها زاويتا ر حـ د ، ر د حـ (١٢) وهما زاويتان مثلث حـ ر د ولأن زاوية ه د ر (١٣) أعظم من زاوية ر حـ ه يكون ما زيد أكثر مما نقص فتكون زاويتا ر حـ د ر د حـ أعظم من زاويتى ه حـ د ، ه د حـ (١٤) تبقى زاوية حـ ه د من مثلث ه د حـ التى للوسط فى هذه المدة (١٥) أعظم من زاوية حـ ر د من مثلث حـ ر د (١٦) التى للحقيقة تفضل (١٧) زاوية ه د ر على زاوية ه حـ ر (١٨) فيكون التعديل بين (١٩) القوس المرئية أعنى زاوية ر والقوس الوسطى أعنى زاوية ه هو فضل ما بين تعديلى الدرجتين

---

(١) ب : وكان
(٢) [فى هذا الزمان قوس حـ د فكان تعديله] : غير موجود فى سا
(٣) سا ، د : الدرجة
(٤) سا ، د : غير موجود
(٥) سا ، د : غير موجود
(٦) سا ، د : وتعديل
(٧) سا ، د : غير موجود
(٨) سا ، د : غير موجود .
(٩) ف ، سا : عرضنا
(١٠) سا : ه حـ ، د حـ
(١١) سا : ه ، د ر
(١٢) سا : ن جـ د ، ر د حـ .
(١٣) ف : ه ر ر
(١٤) سا : ه ح د ، ه د ح .
(١٥) [فى هذه المدة] : غير موجود فى سا ، د
(١٦) [من مثلث حـ ر د] : فى هامش ف
(١٧) ب ، ف : غير واضح
(١٨) سا : غير واضح
(١٩) ف : غير واضح



شكل (٧٣)

وكذلك إن جعلت زاوية هـ التعديلية أعظم من زاوية د فصارت زاوية ر أعظم من زاوية هـ [1] كان تفاوت التعديل هذا القدر بعينه (*) .

---

(١) [من زاوية هـ] : غير موجود في سا ، د

(*) نظرية (٢٧) : إذا كانت القوس الوسطى بين موضعين للكوكب أقل من ١٨٠° وكان التعديلان عند الموضعين بالزيادة معا أو بالنقصان معا فان :

الفرق بين القوس المرئى والقوس الوسطى = الفرق بين التعديلين

البرهان بطريقة الخارج المركز : فى شكل (٧٣) ا ب د جـ الخارج ومركزه نقطة هـ ، مركز البروج نقطة ر . ولنفرض أن الكوكب كان عند نقطة د ثم تحرك إلى جـ

∴ القوس الوسطى = زاوية جـ هـ د

، القوس المرئى = جـ ر د

، التعديل عند نقطة د = هـ د ر

، التعديل عند نقطة جـ = هـ جـ ر حيث هـ د ر لاتساوى هـ جـ ر

فى المثلث هـ جـ د : زاوية هـ جـ د = هـ د جـ

، زاوية جـ هـ د = ١٨٠ − هـ جـ د − هـ د جـ

وفى المثلث ر جـ د : زاوية جـ ر د = ١٨٠ − ر جـ د − ر د جـ

= ١٨٠ − (هـ جـ د − هـ جـ ر) − (هـ د جـ + هـ د ر)

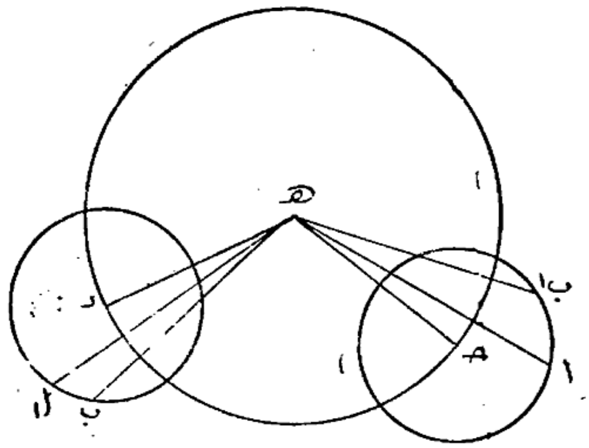
= ١٨٠ − هـ جـ د − هـ د جـ + (هـ جـ ر − هـ د ر)

= جـ هـ د + (هـ جـ ر − هـ د ر)

∴ جـ ر د − جـ هـ د = هـ جـ ر − هـ د ر

أى أن الفرق بين القوس المرئى والقوس الوسطى = الفرق بين التعديلين

«د» ولنبين ذلك على أصل التدوير ولتكن دائرة حـ ر د الموافقة المركز ومركزها(١) هـ و : حو : د نقطتا مركز التدوير صار فيها (٢) من حـ إلى د ولما كان التدوير على حـ كان الكوكب على أ وكان التعديل للدرجة زاوية حـ هـ أ فلما صار التدوير على د صار الكوكب على ب فكان تعديل الدرجة زاوية د هـ ب من فلك التدوير المرئى فكان القوس (٣) الحقيقية (٤) قوسا : وترها زاوية أ هـ ب على أن ا من فلك التدوير



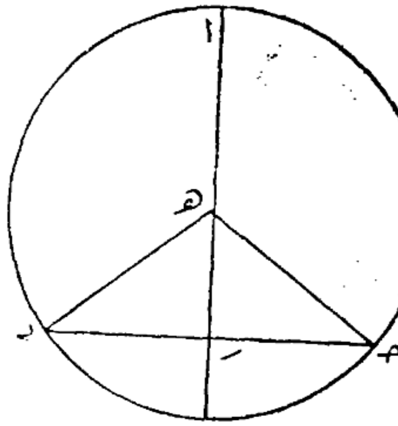
شكل (٧٤)

وهو على حـ و : ب من فلك التدوير وهو على د وقوس الوسط قوس توترها زاوية حـ هـ د وزاوية حـ هـ د (٥) تفضل على زاوية أ هـ ب (٦) المذكورة بزاوية ب هـ د وتنقص منها بزاوية أ هـ حـ (٧) والتفاضل (٨) بينهما هو التفاضل بين زاويتى القوسين لكن زاوية د هـ ب أعظم من د هـ ا بزاوية أ هـ ب وهى (٩) تفاضل تعديل الدرجة وكذلك (١٠) لو فرضنا الكوكب أولا على ب ثم صار إلى الحضيض ثم إلى الأوج ثم إلى ا فيكون

---

(١) سا ، د : ومركزه
(٢) سا : فيهما
(٣) سا ، د : قوس
(٤) سا ، د : الحقيقة
(٥) [وزاوية حـ هـ د] : فى هامش ف
(٦) سا : ا ب
(٧) سا : غير واضح
(٨) سا ، د : فالتفاضل
(٩) سا ، د : فهى .
(١٠) سا : ولذلك .

حينئذ المرئى هو زاوية ب هـ ا و : ب من التدوير وهو على حـ و : ا من التدوير(١) وهو على د فيفضل (٢) الوسط الذى هو زاوية د هـ حـ بزاوية (٣) ب هـ حـ ويفضله الوسط بزاوية أ هـ د والفضل بين الفضلين زاوية ا هـ ب وهو التعديل وهو بعينه تفاضل تعديلى الدرجتين(*) «هـ» فإن كان أحد التعديلين: ائدا والآخر ناقصا فإن التفاوت بين القوسين وهو تعديل ما بين القوسين هو مجموع التعديلين ولنبين(٤) ذلك فى أصل الخروج أولا فى مثل تلك الدائرة وليكن حـ بين الحضيض والأوج و : د بين الأوج والحضيض والقوس قوس حـ ا د فزاوية حـ هـ ى(٥) للتعديل زائدة وزاوية



شكل (٧٥)

---

(١) [وهو على حـ و : ا من التدوير] : غير موجود فى سا .

(٢) سا : ففضل .

(٣) سا : زاوية .

(*) نظرية (٢٧) [البرهان بطريقة فلك التدوير]

فى شكل (٧٤) ليكن حـ د البروج ومركزه نقطة هـ ، ولنفرض أنه عندما كان مركز التدوير عند نقطة حـ كان الكوكب عند ا فلما أصبح مركز التدوير عند نقطة د صار الكوكب عند نقطة ب .

∴ التعديل فى الموضع الأول هو زاوية حـ هـ ا .

، التعديل فى الموضع الثانى هو د هـ ب .

، القوس المرئى = زاوية ا هـ ب .

، القوس الوسطى = زاوية حـ هـ د .

حـ هـ د − ا هـ ب = (حـ هـ ب + ب هـ د) − (ا هـ حـ + حـ هـ ب)

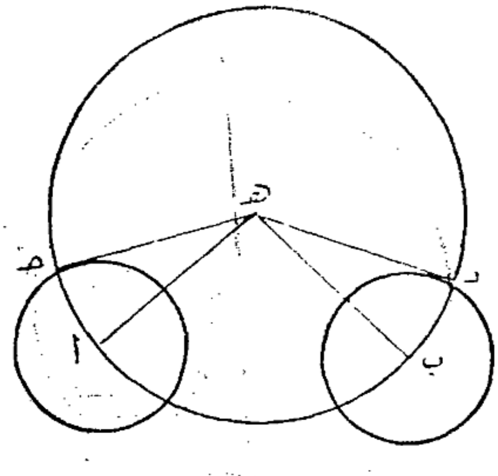
= ب هـ د − ا هـ حـ .

أى أن الفرق بين القوس المرئى والقوس الوسطى = الفرق بين التعديلين .

(٤) ب : وليس .

(٥) ب ، د : جـ هى .

د هى للتعديل ناقصة لكن زاوية الرؤية والقوس الحقيقية هي مجموع زاويتى حـ ر ا ، أ ر د الداخلتين وزاوية الوسط هى مجموع زاويتى حـ هـ ا ، أ هـ د الخارجتين وهما يفضلان مجموع(1) زاويتى حـ ، د ومجموعهما (2) فضل التعديل(3) (**) ولنبين ذلك أيضا فى أصل التدوير وليكن تعديل أ هـ حـ(4) ناقصا وتعديل ب هـ د(5) زائدا فتكون زاوية حـ هـ د بفعل القوس الحقيقة وزاوية أ هـ ب بفعل القوس الوسطى



شكل (٧٦)

---

(١) ا : المجموع - وفى ف : بمجموع .

(٢) ب ، د : فمجموعهما .

(٣) ب ، د : التعديلين .

(**) نظرية (٢٨) : إذا كان التعديلان عند موضعى الكوكب أحدهما زائدا والآخر ناقصا فإن الفرق بين القوس الوسطى والقوس المرئية يساوى مجموع التعديلين .

البرهان بطريقة] الخارج المركز : لكى يكون أحد التعديلين زائدا والآخر ناقصا ، يكون موضعى الكوكب فى نصفين مختلفين من الدائرة ويفصلهما القطر الواصل بين الأوج والحضيض .

فى شكل (٧٥) ا حـ د الخارج ومركزه نقطة هـ ، ومركز البروج نقطة ر ، أما موضعى الكوكب فهما عند حـ ، د .

القوس الوسطى هى زاوية حـ ا د = حـ هـ ا + ا هـ د .

والقوس المرئية = حـ ر ا ، ا ر د .

حـ هـ ا = حـ ر ا + ر حـ هـ .

ا هـ د = ا ر د + ر د هـ .

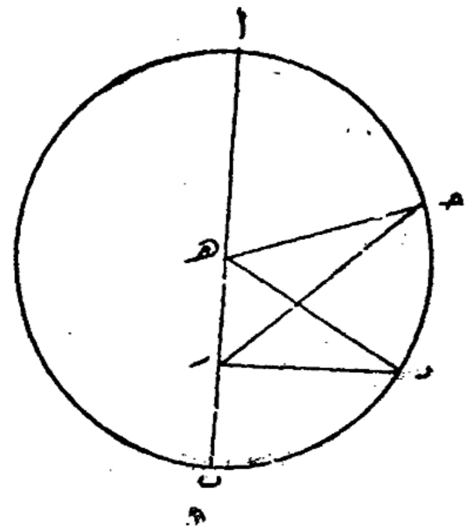
∴ (حـ هـ ا + ا هـ د) = (حـ ر ا + ا ر د) + (ر حـ هـ + ر د هـ) .

∴ القوس الوسطى = القوس المرئية + مجموع التعديلين وهو المطلوب

(٤) سا : ا هـ د .

(٥) سا : ب هـ .

وهى تنقص عن المرئية بمجموع التعديلين وكذلك إن جعلت فى الأصلين جميعا زاوية حـ ناقصة وزاوية د زائدة بأن أوقعت خطى الرؤية(١) فى خلاف الجهتين وذلك سهل(*) «ر» ونقول إنه قد وجب من (٢) جميع ما أوردناه أنه إذا فعل قوس تعديلا زائدا فالقوس الباقية إلى تمام الدائرة لم تفعل ذلك التعديل بعينه (٣) ناقصا ، أما (٤) إذا كان التعديلان من جنس واحد فلنعد الشكل الذى لأصل الخروج فنقول



شكل (٧٧)

إذا قطع الكوكب حـ أ ب د وعاد (٥) إلى د يكون خط الرؤية فعل زاوية حـ ر أ فعل زاوية جـ ر أ وقائمتين وزاوية ب ر د وفعل الوسط(٦) زاوية حـهـ ا وقائمتين وزاوية

---

(١) سا : الراوية

(*) نظرية (٢٨) بطريقة فلك التدوير : فى شكل (٧٦) فلك التدوير كان عند نقطة أ والكوكب عند حـ ثم تحرك فلك التدوير إلى نقطة ب وأصبح الكوكب عند د

∴ القوس المرئية هى زاوية حـ هـ د

، القوس الوسطى هى زاوية أ هـ ب

حـ هـ د = أ هـ ب + أ هـ حـ + ب هـ د

∴ القوس المرئية = القوس الوسطى + مجموع التعديلين وهو المطلوب.

(٢) سا ، د : فى

(٣) سا : غير واضح

(٤) سا ، د : وأما

(٥) سا ، د : فعاد

(٦) سا : المتوسط

ب هـ د (١) أعني يكون فعل زاوية حـ ر ا وزيادة زاوية حـ وقائمتين وزاوية ب ر د بنقصان زاوية د فيكون نقص من المقوم زاوية د وزاد زاوية حـ فلتنقص زاوية حـ من د يبقى(٢) النقصان فضل د على حـ وهو الذى كان به زيادة الوسط فى قوس د حـ وأنت تعلم من الشكل الذى فيه التعديلان غير متجانسين أن مجموعهما أيضا التعديل ولكن زائدا (**) .

«ع» وأما فى أصل التدوير والتعديلان(٣) متجانسان(٤) كان مركز التدوير(٥) إذا سار من د إلى جـ فى جهة ر وحصل(٦) الكوكب من أ إلى(٧) ب تكون(٨) زوايا الرؤية زوايا ح ط ك العلم وزوايا الوسط زوايا ل م ن العلم فيكون الوسط يزيد

---

(١) سا : هـ د

(٢) سا : تبقى

(**) نظرية (٢٩) : إذا كانت القوس الوسطى بين موضعى كوكب أكبر من ١٨٠° وكان التعديلان من جنس واحد (أى كان الموضعان فى نصف واحد من الدائرة) فإن :

القوس المرئية − القوس الوسطى = − الفرق بين التعديلين

البرهان بطريقة الخارج المركز : فى شكل (٧٧) كان الكوكب عند حـ ثم تحرك إلى أ ثم إلى ب وأخيرا إلى د حيث نقطة د فى نصف الدائرة التى فيها حـ

زاوية الرؤية = حـ ر أ + ١٨٠ + ب ر د

زاوية الوسط = حـ هـ أ + ١٨٠ + ب هـ د

= (حـ ر أ + ر حـ هـ) + ١٨٠ + (ب ر د − ر د هـ)

= حـ ر أ + ١٨٠ + ب ر د + (ر حـ هـ − ر د هـ)

= زاوية الرؤية + الفرق بين التعديلين

∴ القوس المرئية − القوس الوسطى = − الفرق بين التعديلين

(٣) ب : والتعديلين − وفى ب : والتعديل

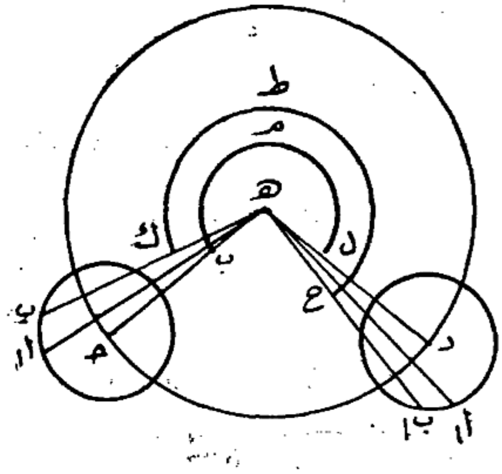
(٤) ب : متجانسين − وبين السطرين [فى التعديل متجانس] − وفى سا : غير واضح

(٥) ب : بين السطرين [مدار التدوير] − وفى سا ، د : [فلأن الكوكب] بدلا من [كان مركز التدوير]

(٦) سا ، د : فحصل

(٧) ب ، ف : فى

(٨) ب : فتكون



شكل (٧٨)

جـ هـ ب (١) وينقص بزاوية أ هـ د (٢) والفضل (٣) بينهما زاوية ب هـ أ (٤) وبه يزيد الوسط وبه كان ينقص(*) . وأما فى أصل التدوير والتعديل مخالف (٥) فذلك ظاهر وهو أن مافى (٦) زوايا (٧) د هـ جـ بعد علم (٨) ل م ن ينقص عما(٩) فى (١٠)

---

(١) سا : د هـ ب – وفى ف : جـ هـ د
(٢) سا : أ هـ جـ
(٣) سا : الفضل
(٤) سا : د هـ أ

(*) نظرية (٢٩) بطريقة فلك التدوير : فى شكل (٧٨) عندما كان مركز التدوير عند د كان الكوكب عند أ ، ثم تحرك التدوير إلى جـ وسار الكوكب إلى ب ، وكانت حركة التدوير بين نقطتى د ، جـ عن طريق الأوج ر

زاوية الرؤية هى ع ط ك الواقعة بين خطى هـ أ ، هـ ب
، زاوية الوسط هى ل م ن المقابلة للقوس د أ جـ

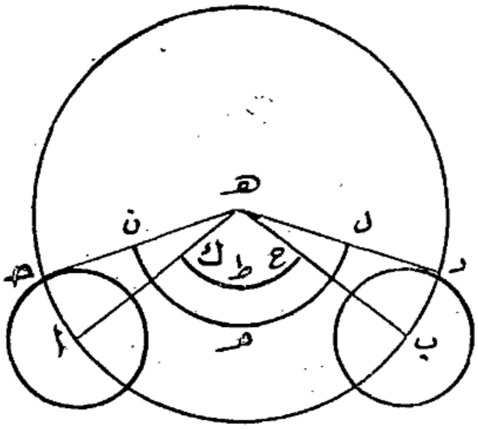
ل م ن = ع ط ك + ب هـ جـ – أ هـ د

∴ ع ط ك – ل م ن = أ هـ د – ب هـ جـ

∴ زاوية الرؤية – زاوية الوسط = – الفرق بين التعديلين .

(٥) ب ، ف : متخالف
(٦) سا ، د : باقى
(٧) سا : زاوية
(٨) ب : بين السطرين (أعنى)
(٩) سا ، د : عن
(١٠) سا ، د : باقى

زوايا أ هـ ب (١) بعد علم (٢) ح ط ك بزاويتى د هـ ب ، أ هـ ج (٣) (**) مجموعتين وبذلك يزيد العلم على العلم وبالجملة فى أى الجانبين زاد بها ينقص فى الآخر وكذلك



شكل (٧٩)

فى أصل الخروج (٤) زاويتا ر فى جهة أ تنقصان (٥) عن زاويتى هـ فى جهة أ

---

(١) سا : أ هـ حـ

(٢) ب : بين السطرين [أعنى]

(٣) سا : د هـ ب ، أ هـ

(**) نظرية (٢٩) عندما يكون التعديلان مختلفين فإن :

زاوية الرؤية – زاوية الوسط = مجموع التعديلين

البرهان بطريقة فلك التدوير : فى شكل(٧٩) كان مركز التدوير عند نقطة أ والكوكب عند حـ ثم أصبح مركز التدوير عند نقطة ب والكوكب عند د

زاوية الرؤية هى ل م ن

وزاوية الوسط هى ح ط ك

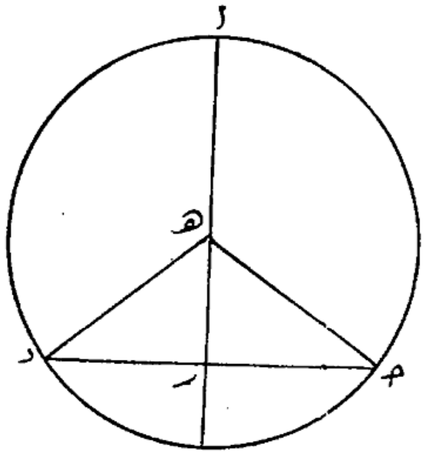
ل م ن = ح ط ك + أ هـ حـ + ب هـ د

∴ زاوية الرؤية – زاوية الوسط = مجموع التعديلين

(٤) (فى أصل الخروج) : غير موجود فى سا

(٥) سا : ينقصان

بزاويتي ج،د مجموعتين(***) فإذا فهمنا هذه الأشياء فلنفهم حال التعديلات (١) في كل واحد (٢) من الكسوفات الثلاثة (٣) القديمة والحديثة . ليكن خارج المركز (٤)



شكل (٨٠)

ه ر ح (٥) على د وليكن مركز التدوير على ه ولما كان المركز على ه كان الكوكب على أ بحذاء (كد ل) من الحوت ثم بعد الأدوار حصل المركز من طريق ح على ر وتحرك الكوكب من أ إلى الحضيض ثم إلى ب وحصل عند ب وحاذى (يح مه) من الحوت (٦) فزاد التعديل كما علمت (٧) أ د ب (٨) ثم دار المركز من ر إلى ه (٩) إلى ح وسار الكوكب من ب إلى أ حتى حصل عند حـ (١٠) وحاذى (حـ يه) من السنبلة (١١) وكان (١٢) المركز ساريا في زوايا ر د ح عن قائمتين بعد القائمتين والمحقق ساريا

(***) نظرية (٢٩) بطريقة الخارج المركز : في شكل (٨٠) كان الكوكب عند حـ ثم تحرك إلى نقطة د عن طريق أ

زاوية الرؤية هي حـ ر أ + أ ر د

وزاوية الوسط هي حـ ه ا + ا ه د

حـ ه أ + أ ه د = حـ ر أ + ر حـ ه + أ ر د + ر د ه

= (حـ ر أ + أ ر د) + (ر حـ ه + ر د ه)

∴ زاوية الوسط − زاوية الرؤية = مجموع التعديلين

(١) سا : البعد ثلاث (٢) سا ، د : واحدة

(٣) سا : غير موجود (٤) سا : مركز

(٥) سا : ر ح

(٦) ب : [السنبلة] وفوقها السطرين [الحوت]

(٧) سا ، د : [فزاد كما علمت بتعديل] بدلا من [فزاد التعديل كما علمت]

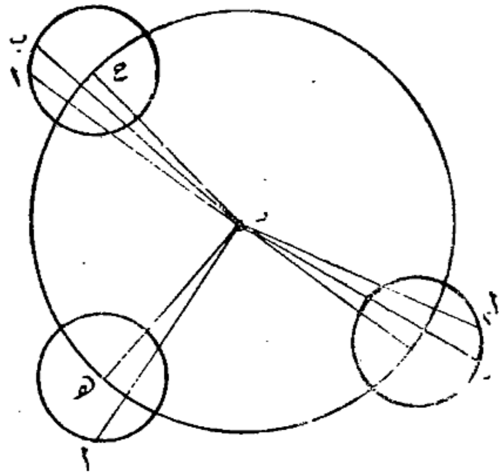
(٨) سا ، د : أ ب حـ - وفي أ : أ حـ ب

(٩) [إلى ه] : غير موجود في سا ، د (١٠) سا : ع

(١١) ب : [الحوت] وفوقها بين السطرين [السنبلة]

(١٢) سا : وكان

فى (١) زوايا ب د ح (٢) عن قائمتين (٣) بعد (٤) القائمتين وفضل المحقق بزاوية ب د ر وفضل الوسط بزاوية (٥) جـ د ح فتسقط (٦) زاوية ح د ب بزاوية ح د ب بزاوية ر د ب تبقى فضلة الوسط وهو التعديل الناقص زاوية (٧) ب د ح (٨) ولما كان قوس أ ح ب (٩) زائدة التعديل ومبلغة باعتبار تفاوت مابين



شكل (٨١)

الوسط والمحقق (ح كد) (١٠) يكون باقيها (١١) قوس أ ب ناقصة التعديل بهذا القدر لما بيناه وتعديل قوس ب أ جـ (١٢) ناقص (١٣) (ح لر) (١٤) بأقل من

---

(١) (ساريا فى زوايا ر د ع عن قائمتين بعد القائمتين والمحقق ساريا فى] : غير موجود فى سا
(٢) ف : ب ح د – وفى سا : ب د ع
(٣) سا : القائمتين
(٤) [قائمتين بعد] : غير موجود فى ف
(٥) [ب د ر وفضل الوسط بزاوية] : فى هامش ب ، ف
(٦) ف : تسقط
(٧) [ح د ع فتسقط زاوية ع د ب بزاوية ر د ب تبقى فضلة الوسط وهو التعديل الناقص زاوية] : غير موجود فى سا – وفى ب : بزاوية
(٨) سا : ب د ع
(٩) سا : ب ع أ
(١٠) سا : ع ك د
(١١) ف : يا فيها – وفى سا ، د : ما فيه
(١٢) سا : أ ح ب
(١٣) فى هامش ب : [ناقص بأقل من تعديل قوس ب أ وهو ح لر الناقص فيجب]
(١٤) ف : ه ار – وفى سا : غير موجود

تعديل قوس ب أ ب : أ جـ (١) أعنى تعديل (٢) قوس أ حـ ب (٣) وهو (حـ كـ د)(٤) الزائد فيجب أن يكون قوس أ جـ ب (٥) زائد التعديل بقدر ما يفضل به التعديل الزائد على التعديل الناقص وهو (ب مر) (٦) وذلك لأن الكوكب إذا كان على أ ومركز التدوير على أى نقطة شئت وليكن على ر (٧) وكما هى بحالها فليس فى ذلك تفاوت فيكون المحقق ساريا فى الزاويا عن أ د حـ والتدوير على ر والوسط ساريا فى الزوايا عن ر د ح وكان الفضل بينهما للمحقق زاوية أ د حـ (٨) وهى فضل تعديل أ د ب(٩) على تعديل ب د حـ (١٠) وبها(١١) المحقق على الوسط (*) . ولنبين

---

(١) ف : ب أ ، ب أ ع

(٢) [قوس ب أ ب : أ حـ أعنى تعديل] : غير موجود فى سا

(٣) سا : ب أ ع

(٤) سا : ع ك د

(٥) سا : حـ ب

(٦) [وهو (ب مر)] : غير موجود فى سا

(٧) ف : د

(٨) سا : أ د ع

(٩) سا : أ د حـ

(١٠) ف : أ د حـ – وفى سا : ب د ع

(١١) سا ، د : وبه

(*) فى شكل (٨١) نفرض هـ رع خارج المركز ومركزه نقطة د ، وعندما كان مركز التدوير عند نقطة هـ كان الكوكب عند أ ، ثم تحرك التدوير دورات كاملة عن طريق ع حتى وصل إلى ر حيث تحرك الكوكب عن طريق الحضيض حتى وصل إلى ب

∴ التعديل فى هذه الحالة بالزيادة لأن نقطة أ تحركت عن طريق الحضيض والزيادة هى زاوية $أ_٢$ د ب

وبعد ذلك تحرك مركز التدوير من نقطة ر عن طريق هـ إلى ع حيث تحرك الكوكب من نقطة ب عن طريق أ إلى حـ

∴ المركز كان يتحرك فى زوايا ر د ع زائدا عدة دورات

والمحقق كان يتحرك فى زوايا ب د حـ زائدا عدة دورات

زاوية المركز أى الوسط ر د ح تزيد عن زاوية المحقق ب د حـ بزاوية ب د ر أى أن المحقق ينقص عن الوسط بزاوية ب د ر وهذه تساوى زاوية ع د $ب_١$ وزاوية المحقق تزيد عن زاوية الوسط بزاوية حـ د ع

∴ زيادة المحقق عن الوسط = حـ د ع – $ب_١$ د ع = $ب_١$ د حـ

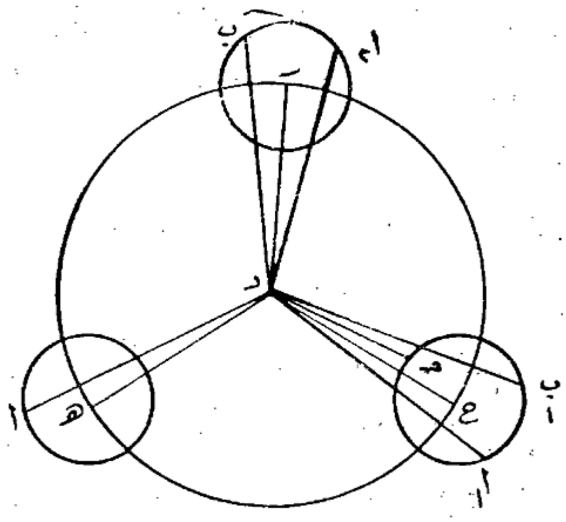
لكن القوس $أ_١$ حـ $ب_١$ تقابل فرق تعديل = $أ_١$ د $ب_١$ = $أ_٢$ د ب

أى تعديلا زائدا = ٢٤′ ٣°

∴ قوس $أ_١$ $ب_١$ = ٣٦٠ – $أ_١$ حـ $ب_١$ تقابل تعديلا ناقصا = ٢٤′ ٣°

والقوس $ب_١$ $أ_١$ حـ تقابل فرق تعديل = $ب_١$ د حـ

نظير هذه الأحوال فى الكسوفات الثلاثة الأخرى ولتكن ه مكان مركز فلك (١) التدوير فى الكسوف الأول وكان القمر على أ بحذاء (يحيه) (٢) من (٣) العقرب (٤) وقد (٥) سار المركز إلى ر من طريق ح فلما حصل المركز على ر حصل الكوكب على ب بحذاء (كه ط) (٦) من (٧) الحمل (٨) فيكون المركز فعل (٩) باقى زاوية ه د ر (١٠) والمحقق سار باقى (١١) زاوية أ د ب (١٢) ينقص



شكل (٨٢)

عن الوسط بمجموع زاويتى ر د ب، أ د ه ثم سار المركز من ر إلى ح وحصل الكوكب

وهذا الفرق أقل من فرق تعديل $أ_1$ ح $ب_1$ أى أقل من $أ_1$ د $\hat{}$ $ب_1$ بزاوية $أ_1$ د ح = ٣٧′ صفر°

∴ فرق تعديل $أ_1$ ح $ب_1$ = ٢٤′ ٣° − ٣٧′ صفر° = ٤٧′ ٢°

(١) سا ، د : غير موجود

(٢) ب : يحيه — وفى سا : د ب

(٣) سا : ومن

(٤) سا : الثور — وفى ب : بين السطرين [الثور]

(٥) سا : قد

(٦) ف : كه نا — وفى سا : كه

(٧) سا : ومن

(٨) سا : الميزان وفى ب بين السطرين : الميزان

(٩) ف : غير واضح

(١٠) سا : ه د ر ه

(١١) سا : [ساريا فى] بدلا من [سار باقى]

(١٢) سا : أ ى ب

على ح بحذاء (كد ه) من السنبلة (1) فيكون تحرك (2) مجموع زاويتى ه د ح، ر ده (3) والمحقق مجموع زاويتى ب د أ ، أ د ح (4) يزيد على الوسط بزاوية ب د ر وينقص بزاوية ح د ح وهى بعض زاوية د ب ح أعنى ب د ر فالفضل بينهما زاوية ب د ح وهو التعديل الزائد وكان التعديل الأول من مجموع زاويتى أ د ه ، ر د ب أعنى أ د ر ، ر د ب (5) أعنى أ د ب فيكون الفضل بين هذا (6) التعديل والأول زاوية ح د أ وهى أيضا تعديل الزيادة وذلك لأنا لو توهمنا المركز يتحرك والكوكب يتحرك فلما حصل الكوكب على أ كان المركز حصل مثلا على نقطة ط و : ط لا محالة إنما تقع حيث تكون نسبة زوايا قوس أ د ر عند المركز د إلى زوايا قوس أ ج ر (7) اللتين (8) قطعها التدوير والكوكب فى مدة واحدة كنسبة زوايا السير من عند المركز (9) فى دورة واحدة أو لكل (10) قوسين بقدر أنهما فى مدة واحدة فإن كان المركز (11) سار لا أكثر من نصف دائرة بل لتكن ط حيث ر فيكون المركز سار زاوية ح د ر والمرئى زاوية ج د أ (12) تفضل على الوسط بزاويتى ج د ح ، ر د أ أعنى ج أ د وإن سار أكثر من نصف دائرة حتى كان مثلا على ه فيكون الوسط مجموع زاويتى ح د ر ، ر د ه (13) والمرئى يزيد (14) عليهما بمثل

---

(1) [بحذاء (كد ه) من السنبلة] : غير موجود فى سا

(2) سا : يحرك

(3) سا : ه د ر ه ، د ع

(4) سا : ب د أ ، أ د ع

(5) ف : أ د ب ، ر د ب

(6) سا : غير واضح

(7) سا : أ د ب

(8) ب ، سا : اللتان

(9) ب : المركزين

(10) سا : لكل واحد

(11) سا : غير موجود

(12) سا : ع د أ

(13) سا : ح د ر ؛ ر د ه

(14) ب : غير موجود

ما زاد(١) هناك بعينه* . ويتبين (٢) من هذا أن كل قوس زائدة التعديل إذا زاد بعضها من ذلك التعديل شيئا فالباقى(٣) يزيد باقى التعديل وكان أيضا قد بان أن كل قوس زائد التعديل إذا نقص بعضها من التعديل شيئا فالباقى (٤) يزيد بالتعديل قدرا به (٥) يفضل التعديل الزائد على الناقص ونقول الآن إن الأوج لا يجوز أن يكون إلا على قوس أ ب إذ (٦) كان قوس ب ج أ (٧) زائدة التعديل يبقى

---

(١) سا : نراد

(*) فى شكل (٨٢) نفرض مركز التدوير نقطة هـ عند الكسوف الأول بينما كان القمر عند أ ، ثم تحرك المركز إلى نقطة ر عن طريق ع حيث أصبح الكوكب عند ب

∴ المركز سار زاوية قدرها ١٨٠ − هـ د ر

والمحقق سار زاوية ١٨٠ − أ د ب

∴ الوسط − المحقق = أ د ب − هـ د ر

= ر د ب + أ د هـ .... (١)

وبعد ذلك سار المركز من ر إلى ح حيث أصبح الكوكب عند حـ

∴ المركز سار زاوية ر د هـ + هـ د ع

والمحقق سار زاوية ب د أ + أ د حـ

∴ المحقق − الوسط = ب د أ + أ د حـ − ر د هـ − هـ د ع

= أ د حـ − هـ د ع − (ر د هـ − ب د أ)

= حـ د ع + أ د هـ − (ب د ر + أ د هـ)

= حـ د ع − ب د ر

لكن زاوية حـ د ع جزء من زاوية ب١ د ع (= ب د ر)

والفرق = حـ د ع − ب١ د ع = − ب١ د حـ ...... (٢)

لكن التعديل الأول من (١) = أ د هـ + ر د ب

= أ٢ د ر + ر د ب

= أ٢ د ب

∴ الفرق بين التعديلين = أ٢ د ب − ب١ د حـ = أ١ د ب١ − ب١ د حـ

= حـ د أ١

(٢) ف : وتبين

(٣) م ، ف : والباقى

(٤) ف : والباقى

(٥) سا : قدر ما − وفى م : قدر ما به

(٦) سا : إذا

(٧) سا : ب ج أ

قوس أ ب ناقصة التعديل بمثل مازادت (١) تلك وهذا مما يسهل (٢) تناوله مما سلف لك .

والآن نرجع (٣) إلى الكتاب (٤) فنقول إنه استعمل ثلاثة (٥) كسوفات قديمة وثلاثة كسوفات (٦) حديثة استخرج فيها (٧) بطريق الهندسة مسير القمر فى الاختلافات (٨) ، فأما القديمة فالأول منها قد كانت (٩) الشمس فى وسط زمانه (١٠) المعلوم المقدار والوقت بالاسكندرية بالحقيقة على مايوجبه التاريخ فى الحوت بالحقيقة (كد ل)ومعرفة هذا من التاريخ أنه كان مكتوبا بساعته (١١) ويومه وشهره وسنته بأرض بابل والطول بين أرض (١٢) بابل والاسكندرية معروف فساعة ذلك الكسوف بالاسكندرية معلومة فحصل وسط الشمس لتلك الساعة باسكندرية لأن قياسه (١٣) بالنسبة إلى الاسكندرية ثم قوم .

وأما الكسوف الثانى(١٤) فالشمس كانت فى وسط زمانه(١٥) بحسب ذلك القياس على ثلاثة عشر(١٦) جزءا ونصف وربع الحوت فيكون الشمس والقمر(١٧) تحركا(١٨) بعد الأدوار التامة بثلاثمائة (١٩) وتسعة وأربعين جزءا وخمس عشرة (٢٠) دقيقة

---

(١) سا : مازاد (٢) ف : تسهل
(٣) سا ، د : فترجع (٤) سا : غير واضح
(٥) سا ، د : ثلاث
(٦) سا ، د : غير موجود
(٧) سا ، د : منها
(٨) سا ، د : الاختلاف
(٩) سا : كان
(١٠) سا : زمانها
(١١) سا : ساعته
(١٢) سا ، د : غير موجود
(١٣) سا ، د : قياساته
(١٤) سا : الباقى
(١٥) سا : زمانها
(١٦) سا : غير واضح
(١٧) سا : غير موجود
(١٨) سا : لـ كا
(١٩) ب ، سا ، د : ثلثمائة
(٢٠) سا ، د : وخمسة عشر

والمدة بينهما بالتاريخ ثلاثمائة وأربعة وخمسين يوما ومن الساعات أما على الإطلاق فساعتان ونصف وأما من المعدلات بحسب اختلاف الأيام بلياليها فساعتان(١) ونصف جزء من خمسة عشر (٢) جزءا (٣) من ساعة . وأما الكسوف الثالث فالشمس كانت فى وسط زمانه (٤) على ثلاثة أجزاء وربع بالتقريب من السنبلة فيكون الفضلة مائة وتسعة وستين (٥) جزءا وثلاثين (٦) دقيقة وكانت المدة (٧) (قعو) يوما (٨) وعشرون (٩) ساعة ونصف (١٠) مطلقة ومن المعدلات عشرين ساعة وخمس ساعة (١١) فيجب (١٢) أن تكون المدة الأولى قد زادت فى الاختلاف قوسا مقدارها(١٣)ثلاثمائة وستة أجزاء وخمس وعشرون(١٤) دقيقة على رأى أبرخس وفى الطول ثلاثمائة وخمسة وأربعون جزءا وإحدى وخمسون (١٥) دقيقة وإذا علم مقدار (١٦) قوس الزيادة المقومة (١٧) ومقدار القوس الوسطى والفضل المعلوم بالرصد بينهما وهو (١٨) التعديل الذى بحسب القسى فى أنفسها الذى إما أن يكون قدر تفاضل مابين تعديل الدرجتين وإما مجموع تعديل الدرجتين على ماسلف منا بيانه على الأصلين جميعا وإذا قايست من الموضع المعلوم بالرصد وبين الوسط الذى يجب فى تلك المدة خرج قوس التعديل من فلك البروج (ج كد)زائدة وفى المدة

---

(١) سا ، د : ساعتان

(٢) سا : خمسة وعشرين

(٣) سا : غير موجود

(٤) سا : زمانه

(٥) سا ، د : وستون

(٦) سا ، د : وثلاثون

(٧) سا : غير موجود

(٨) سا : غير موجود .

(٩) سا : غير واضح

(١٠) سا : غير موجود

(١١) (وخمس ساعة) : غير موجود فى سا

(١٢) سا ، د : فيجب إذن

(١٣) سا : مقدار

(١٤) سا ، د : وعشرين

(١٥) د : وخمسين

(١٦) سا : غير موجود

(١٧) ف : المقدمة

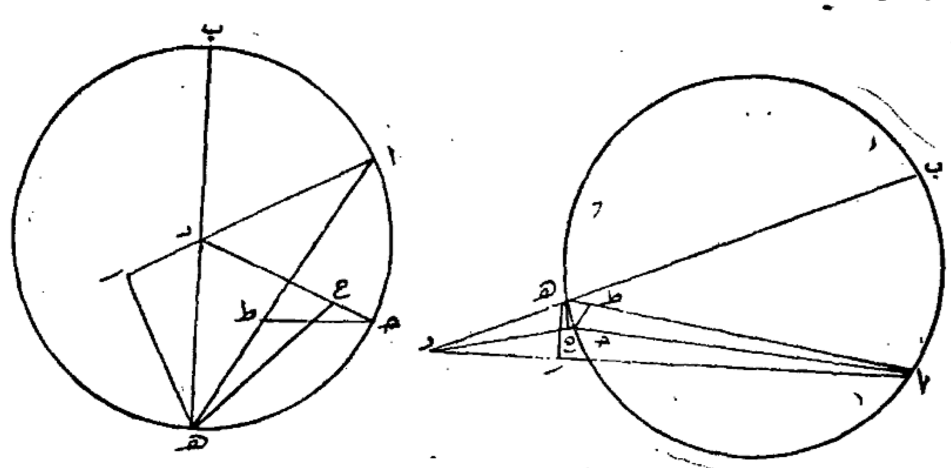
(١٨) سا : هو

الثانية تكون الفضلة فى الاختلاف (قن كو)(١) وفى الطول (قع ر) والتعديل (لر)(٢) دقيقة ناقصة ورسم شكلا بين به جملة القوس التى يفصلها الخط الخارج من مركز البروج إما إلى نقطة (٣) القمر (٤) فى فلك (٥) التدوير أو إلى نقطة القمر (٦) فى الخارج المركز النقطتان (٧) منها اللتان تليان البعد الأبعد من نقط (٨) الكسوفات الثلاثة وتفضل على القوس المرسومة بالنقط الثلاثة قوسا وبين أن مركز فلك (٩) التدوير فى أصل التدوير (١٠) غير واقع إلا خارجا عن وتر هذه (١١) القوس المفصولة ثم توصل من ذلك (١٢) إلى أن استخرج نسبة (١٣) نصفى قطرى الموافق والتدوير بعد أن نعرف فى (١٤) فى ذلك الشكل بعينه نسبة الخط الخارج من البصر إلى القمر من (١٤) حيث يقطع التدوير إلى تمامه الذى هو الوتر « يا » فليكن فلك موافق المركز وعليه فلك تدوير على مافى أحد (١٥) الأصلين والشكلين أو فلك خارج المركز كما فى الثانى وليكن أ مكان القمر عند وسط الكسوف الأول وسار بعد الأدوار من أ فى جهة جـ حتى عاد إلى ب (١٦) ثم سار من ب بعد الأدوار حتى كان فى الكسوف الثالث عند جـ و : أ جـ ب و : ب أ معلومان على أصول (١٧) أبرخس (١٨) الذى لا يؤثر الخلاف اليسير الذى يظهر فيها تأثيرا

---

(١) سا : قن لو
(٢) سا ، د : سبع وثلاثون
(٣) ف : غير موجود
(٤) سا : القمم
(٥) ف : غير موجود
(٦) سا : القمم
(٧) فى هامش ب : [يعنى إما فلك التدوير أو الخارج]
(٨) ف ، سا ، د : نقطة
(٩) سا : غير موجود
(١٠) [فى أصل التدوير] : فى هامش ف
(١١) سا ، د : هذا
(١٢) سا : فلك
(١٣) ف : نسبة فضل
(١٤) سا ، د : غير موجود
(١٥) سا ، د : إحدى
(١٦) فى هامش ب : [فى الكسوف الثانى]
(١٧) سا ، د : أصل
(١٨) سا : افرجس

فى هذه المدة يعتد به (١) فإذا كان قوس أ ج (٢) زائدة التعديل بمقدار (٣) (حـ كد) فبقية أ ب إلى تمام الدور ناقصة التعديل (٤) بذلك المقدار (٥) وإذا كانت قوس ب أ حـ ناقصة التعديل (لر) (٦) دقيقة فيكون قوس أ ج زائدة التعديل (٧) بقدر (٨) ما إذا (٩) أضيف قوس (١٠) إلى مبلغ نقصان تعديل قوس ب أو هو (حـ كد) كان (١١) الفضل (١٢) بينهما (١٣) جميعا شيئا يسيرا وهو (لر) (١٤) دقيقة فهو (١٥) بالجملة ثلاثة أجزاء وأربع وعشرون دقيقة الا سبعا وثلاثين (١٦) دقيقة* .



شكل (٨٣)

---

(١) سا : غير واضح (٢) سا ، أ حـ ب
(٣) ف : مقدار
(٤) سا ، د : غير موجود
(٥) سا ، د : القدر
(٦) سا ، د : بسبع وثلاثين
(٧) سا ، د : زائد
(٨) سا : بعد
(٩) سا ، د : غير موجود
(١٠) ب : فى الهامش – وفى سا ، د : غير موجود
(١١) سا ، د : بقى – وفى هامش ب : [بقى النقصان منهما]
(١٢) سا ، د : النقصان
(١٣) سا ، د : منهما
(١٤) سا ، د : سبع وثلاثون
(١٥) سا : فهى
(١٦) سا ، د : وثلاثون
(*) هنا تكرار لما سبق شرحه عن شكل (٨١) أى دراسات عن بعض الكسوفات المعروفة باعتبار

فقد علمت كمية (١) هذا الشكل (٢) ومثل (٣) ذلك (٤) نسبته فيعلم (٥) بالحساب أن زيادة (٦) تعديل أ ج يكون جزئين (٧) وسبعا وأربعين دقيقة وأن (٨) هذا إذا زيد عليه سبعا (٩) وثلاثين (١٠) دقيقة بلغ ج كد ثم من البين أن الحضيض لايكون على قوس ب أ ج إذ كانت(١١) قوس نقصان فهو إذن فى البعد(١٢) الآخر فلنطلب مركز البروج وليكن(١٣) د فيقع فى أصل التدوير خارجا وفى (١٤) أصل الخارج(١٥) داخلا ولنصله بالنقط الثلاث كما فى الشكلين بخطوط د ب، ا د ج (١٦) ونخرج ب د فى أصل الخارج إلى ه وفى أصل التدوير تكون (١٧) ه علامة تقاطع الفلك وخط د ب(١٨) ومن ه على ج د عمود ه ج (١٩) وعلى أ د عمود(٢٠)

حاشى فلك التدوير والخارج المركز . فى شكل(٨٣) نفرض نقطة ا وسط الكسوف الأول ونقطة ب وسط الكسوف الثانى حيث وصل إليها القمر عن طريق حـ ، وأخيرا نقطة حـ هى وسط الكسوف الثالث وقد ذكر إبرخس أن القوسان ا حـ ب ، ب ا حـ معلومان حيث قوس ا حـ ب زائدة التعديل بمقدار $3^{\circ}\ 24'$ ، ب ا حـ ناقصة التعديل بمقدار $37'$

∴ القوس ا ب = ٣٦٠ − ا حـ ب ناقصة التعديل بمقدار $3^{\circ}\ 24'$

∴ القوس ا حـ زائدة التعديل بمقدار $3^{\circ}\ 24' - 37' = 2^{\circ}\ 47'$

(١) ب ، ف : لمية

(٢) سا ، د : بشكل

(٣) سا ، د : مثل

(٤) سا : إلى

(٥) ف : فعلم

(٦) سا : غير موجود

(٧) سا ، د : جزءان

(٨) ب ، سا ، د : فإن

(٩) ف ، سا ، د : سبع

(١٠) ف : وثلاثون

(١١) سا ، د : كان

(١٢) ب : البعض

(١٣) [وليكن د] : غير موجود فى سا

(١٤) سا : فى

(١٥) سا : خطوط

(١٦) سا : د ب ، د ا

(١٧) ف : يكون – وفى سا ، د : وتكون

(١٨) فى هامش ب : [ونصل ا ه ، حـ ه]

(١٩) سا : عموده ع (٢٠) سا : عموده

ه ر ومن ج على أ ه (١) عمود ج ط وما يوتر (٢) ب أ فى التدوير من فلك البروج معلوم لأن القوسين يوتران زاوية واحدة (٣) وهى ج ك د فزاوية ب د أ معلومة وفى الخارج أيضا ما يوترها (٤) من البروج وهو ما بين موضعى الكسوفين (٥) معلوم فزاوية ب د أ معلومة وزاوية ر قائمة فزاويا (٦) مثلث ر د ه معلومة النسبة (٧) وكذلك أضلاعه (٨) وزاوية ب ه أ (٩) معلومة من قوس أ ب تبقى زاوية ه أ د (١٠) معلومة وزاوية ر قائمة فمثلث أ ه ر (١١) معلوم نسب الأضلاع والزوايا ولأن قوس ب أ ج (١٢) معلومة فزاوية ب د ج معلومة فزاوية ب د ج التى يوترها قوس التعديل فى أصل التدوير معلومة وفى الخارج من جهة البعد بين (١٣) المقومين نظيرتها (١٤) معلومة (١٥) تبقى د ه ح (١٦) هناك معلومة أيضا و : ح قائمة فمثلث د ه ح (١٧) معلوم نسب الأضلاع والزاويا فإذا نقصت زاوية ب ه ج (١٨) وزاوية ب د ج (١٩) المعلومتان (٢٠) بالقوس (٢١)

---

(١) سا : ه
(٢) سا : يؤثر
(٣) [لأن القوسين يوتران زاوية واحدة] : غير موجود فى سا
(٤) سا : مايؤثره ب ا
(٥) سا : القوس – وفى هامش ب : [من القمر]
(٦) سا ، د : فأضلاع
(٧) ف : بالنسبة
(٨) سا ، د : زواياه
(٩) سا ، : : ب ه ا من قوس ب ه ا
(١٠) سا : د ه ر
(١١) سا : د ه ر
(١٢) سا : ب ا د
(١٣) ف : البعدين
(١٤) ف : نظيرتها – وفى سا ، د : نظيرها
(١٥) سا ، د : معلوم
(١٦) سا : ه د ح – وفى هامش ب : ه د ح
(١٧) ب بين السطرين : القائم الزاوية
(١٨) ف ، سا ، د : ب ه ا
(١٩) ف ، سا ، د : ا ه ح
(٢٠) ب : المعلومتين – وفى سا : المعلومين
(٢١) فى هامش ب : أو بالعكس فى الخارج

ويزاوية (١) جـ هـ د باقى القائمة بقيت زاوية هـ جـ ح (٢) معلومة وزاوية جـ ح هـ (٣) قائمة (٤) فيكون (٥) مثلث جـ هـ ح (٦) القائم الزاوية معلوم نسب الأضلاع والزاويا وذلك فى الأصلين جميعا وكذلك(٧) نعلم(٨) عن قريب نسب الأضلاع وزوايا مثلثى ط جـ هـ ، أ جـ ط (٩) ويكون خط ا جـ معلوم النسبة إلى سائر الخطوط المعلومة (١٠) لكنه معلوم النسبة إلى قطر الدائرة لأن قوس أ جـ معلومة فوترها أ جـ معلوم النسبة إلى (١١) القطر فيصير خط جـ هـ معلوم النسبة إلى القطر أيضا فقوس جـ هـ معلومة فجميع قوس(١٢) أ جـ هـ (١٣) معلومة (١٤) فوتر ب هـ معلوم ومعلوم النسبة إلى سائر الخطوط وخرج خط ب هـ (قيز) (١٥) جزءا و : (لز) (١٦) دقيقة و : (لب) ثانية (١٧) من أجزاء القطر فهو (١٨) أصغر من القطر فقوس ا جـ هـ (١٩) أصغر من نصف

---

(١) سا : وزاوية
(٢) ف : ـ هـ ح
(٣) ف : ـ هـ ح
(٤) [بقيت زاوية هـ ـ ح معلومة وزاوية ـ ح هـ قائمة] : غير موجود فى سا
(٥) سا : لكن
(٦) (قائمة فيكون مثلث ـ هـ ح) : فى هامش ف – وفى سا : هـ د ـ
(٧) سا : كذلك
(٨) سا : يعلم
(٩) فى هامش ب : [أما مثلث ط ـ هـ فبزاوية ط هـ ـ والقائمة وضلع ـ هـ وأما مثلث أ ط ـ فبضلع اـ وهو الباقى من ا هـ بعد ط هـ وبضلع ـ ط والقائمة]
(١٠) سا : غير موجود
(١١) [قطر الدائرة لأن قوس أ ـ معلومة فوترها أ ـ معلوم النسبة إلى] : غير موجود فى سا
(١٢) سا : وتر
(١٣) سا : ب أ ـ ، د هـ
(١٤) سا : معلوم
(١٥) سا ، د : مائة وسبعة عشر
(١٦) سا ، د : وسبعا وثلاثين
(١٧) [و : (لب) ثانية] : غير موجود فى سا ، د
(١٨) ف : وهو
(١٩) سا : ب أ ـ هـ

دائرة فمركز فلك التدوير يقع (١) خارجا عن قوس (٢) أ جـ هـ(٣)*

« يب » فليكن مركز فلك (٤) التدوير نقطة ك ويخرج د م ك (٥) إلى ل و : ل (٦) أوج و : م حضيض و : د ب المعلوم فى ده (٧) المعلوم مثل د ل(٨)

---

(١) سا : يرتفع (٢) [عن قوس] : غير موجود فى سا

(٣) سا : ب أ جـ هـ

(*) تابع دراسة الكسوفات المعروفة : فى الكسوفات الثلاث القديمة التى شرحناها سابقا تبين أن الحضيض لا يقع على القوس ب أ جـ هـ أى أن مركز التدوير أو مركز الخارج يقعان خارج القطعة الصغرى ب أ جـ هـ

ولتعيين القوس ب أ جـ هـ ، لدينا فى شكل (٨٣) الأقواس أ ب ، ب أ جـ ، أ جـ معلومة والزوايا التى تقابلها عند مركز فلك البروج أى التعاديل وهى زوايا ب د أ ، ب د جـ وكذلك الزوايا التى تقابلها عند محيط التدوير أو عند محيط الخارج وهى زوايا ب هـ أ ، أ هـ جـ

نصل ب د فيقطع المحيط فى نقطة هـ وننزل الأعمدة هـ ر على أ د ، جـ ط على أ هـ ، هـ ع على د جـ

∵ زاوية ب د أ معلومة ، ب هـ أ معلومة

∴ زاوية هـ أ د معلومة ∴ أ هـ ر = ٩٠ − هـ أ د معلومة

ومن معرفة زاوية ب د جـ نعرف زاوية ع هـ د = ٩٠ − ب د جـ

ومن زاوية ع هـ د نجد ب هـ ع = ١٨٠ − ع هـ د

لكن أ هـ ب + أ هـ جـ معلومة

∴ ب هـ ع − (أ هـ ب + أ هـ جـ) = جـ هـ ع معلومة

وبالمثل يمكن معرفة عناصر المثلثين ط جـ هـ ، أ جـ ط

∴ النسبة $\frac{\text{جـ هـ}}{\text{أ جـ}}$ يمكن تعيينها

لكن النسبة $\frac{\text{أ جـ}}{\text{نصف قطر الدائرة}}$ معلومة

∴ $\frac{\text{جـ هـ}}{\text{نصف قطر الدائرة}}$ تصبح معلومة

أى أنه يمكن إيجاد القوس جـ هـ

∴ القوس أ جـ هـ وبالتالى القوس ب أ جـ هـ معلومة

ومن أرصاد الكسوفات الثلاث تبين أن القوس ب أ جـ هـ أصغر من نصف دائرة

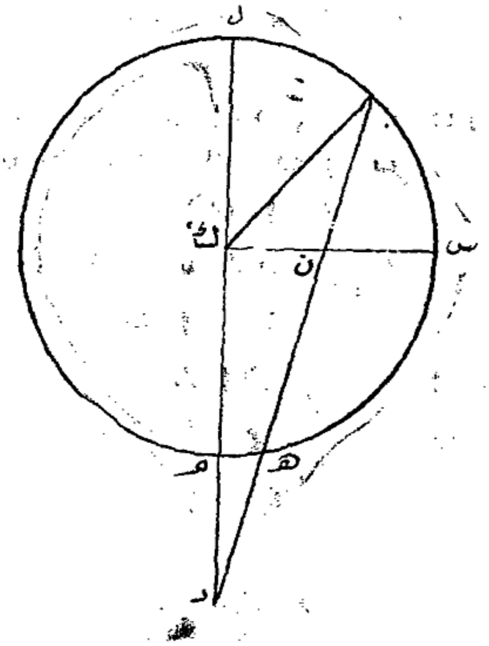
---

(٤) سا ، د : غير موجود (٥) سا : ك م ك

(٦) سا ، د : [ف : ك] (٧) سا : د ب

(٨) ف : د ك فى د م

فى د م لأن كل واحد منهما مساو لمربع المماس[1] لكنه إذا زيد على د ل فى د م ـ ك م المعلوم فى نفسه مما يعلم به كان ك د فى نفسه معلوما و : ك د [2] معلوم فيصير د ل معلوما أيضا وقد خرج بالحساب نسبة ك م إلى ك د [3] كنسبة (٥ يح) إلى (س) وليخرج[4] من ك إلى ب ه عمود ك ن [5] إلى س ينصف [6] قوس ب ه ووتر ب ه فنعرف [7] سريعا زوايا مثلث ك ن ذ [8] من علمك بمقدار [9] ك د ، ن د [10] وقائمة [11] ن [12]



شكل (١٨٤)

---

(١) [لأن كل واحد منهما مساو لمربع المماس] : غير موجود فى سا

(٢) سا ، د : [ف : ك د]

(٣) ف : ط د

(٤) سا ، د : فليخرج

(٥) ف ، سا ، د : ك ر

(٦) سا : بنصف

(٧) سا : فتصير

(٨) ف ، سا ، د : ك ر

(٩) سا : مقدار

(١٠) ف : ك د ، ى د – وفى سا : ك د ، ق د

(١١) سا : زاوية قائمة

(١٢) ف : ر – وفى سا : غير موجود

وكذلك زوايا مثلث ك ن ب[١] من معرفة[٢] ن ك ، ك ب[٣] وقائمة ن[٤] فنعرف[٥] زاويتي ك[٦] أعني جميع زاوية د ك ب وباقية ب ك ل فنعرف قوس ب ل[٧] ثم قوس م هـ إلى تمام نصف[٨] الدائرة وخرج بالحساب قوس ب ل وهو بعد القمر عن الأوج في وسط الكسوف الثاني (يب كد[٩] وخرجت[١٠] زاوية ك د ب (نط)[١١] دقيقة وهو مقدار ما يوتر (لب)[١٢] من فلك البروج فيظهر أن الوسط قد كان على (يد مد)[١٣] من السنبلة لما كان المعدل على ما قلنا[١٤] على[١٥] (يح مه) من السنبلة[١٦] إذ كانت[١٧] الشمس على (يح مه من) الحوت (**)ـ ثم استظهر باعتبار

---

(١) ف : ك ر د – وفى سا : ك د

(٢) فى هامش ب : [وتر ك د]

(٣) ف : ك ر ك ، ك ب ، وفى سا : ب ر ك

(٤) سا : ر

(٥) سا : فتعرف

(٦) سا : هـ ك

(٧) سا : د ل

(٨) سا : غير موجود

(٩) سا : يب ك

(١٠) سا : [و : ج ح]

(١١) ف : يط – وفى سا ، د : تسعا وخمسين

(١٢) سا ، د : ا ب

(١٣) سا : ب د مد

(١٤) سا ، د : ما قلناه

(١٥) سا : غير موجود

(١٦) فى هامش ف : [لما كان المعدل على ب مه من السنبلة]

(١٧) سا : كان

(**) تعيين وسط القمر فى الكسوف الثانى :

فى شكل (٨٤) ب ل م هـ التدوير ومركزه نقطة ك ، ومركز البروج نقطة د . وقد كان القمر عند نقطة ب فى الكسوف الثانى حيث القوس ب هـ كما اتضح لنا فيما سبق أصغر من نصف دائرة .

نصل د هـ ب ، د م ك ل وننزل العمود ك ن على د هـ ب ونمده ليقابل المحيط فى نقطة س .

د ب × د هـ = د ل × د م

∴ د ب × د هـ + (ك م)٢ = د ل × د م + (ك م)٢

= (د ك + ك م) (د ك – ك م) + (ك م)٢

= (د ك)٢ – (ك م)٢ + (ك م)٢

= (د ك)٢

ثلاثة (١) كسوفات حديثة كان منزل الشمس فى الأول منها على (يج يه) (٢) من الثور والقمر فى مقابلتها(٣) فى العقرب والثانى على (كه ى)(٤) من الميزان والقمر فى مقابلتها(٥) من الحمل وفى الثالث على (يده)(٦) من الحوت والقمر فى مقابلتها(٧) من السنبلة(٨) وبين الكسوف الأول والثانى ستة مصرية ومائة(٩) وستة وستون يوما ومن الساعات المعدلة ثلاث (١٠) وعشرون ساعة ونصف وثمن ساعة إذ(١١) كانت المطلقة ثلاثا(١٢) وعشرين (١٣) ساعة(١٤) ونصف(١٥) وربع ساعة والقوس الفاضلة(١٦)

لكن د ب ، د ه معلومان وكذلك ل م نصف قطر التدوير

∴ يمكن معرفة قيمة د ل ومنه د ل

فى المثلث القائم الزاوية ل ن د : ل د معلوم ، ن د = د ه + ½ د ب معلوم

∴ يمكن معرفة زاوية ن ل د

وبالمثل فى المثلث ل ن ب نعرف زاوية ن ل ب

من ذلك يمكن معرفة زاوية د ل ب

ومنها نستنتج زاوية ب ل ل وهى بعد القمر عن الأوج فى الكسوف الثانى

وكذلك نعرف زاوية ل د ب وهى التعديل وقد كانت = ٥٩′

ولما كانت الشمس فى تلك اللحظة عند درجة ٤٥′ ١٣° فى برج الحوت

∴ وضع القمر المعدل (المرئى) كان على بعد ستة أبراج من موضع الشمس

أى أنه كان عند درجة ٤٥′ ١٣° فى برج السنبلة

∴ وسط القمر = الموضع المرئى + التعديل

= ٤٥′ ١٣° + ٥٩′ = ٤٤′ ١٤° فى برج السنبلة

(١) سا : ثلاثة

(٢) ب : يح مه

(٣) ف : مقابلها – وفى سا : مقابله

(٤) سا : ل ى

(٥) سا : مقابلته

(٦) فى هامش ب : يه يب

(٧) سا : مقابلته

(٨) [فى العقرب والثانى على (ل ى) من الميزان والقمر فى مقابلته من الحمل وفى الثالث على (يد ه) من الحوت والقمر فى مقابلته من السنبلة] : فى هامش سا

(٩) سا : غير موجود

(١٠) ف : ثلث – وفى سا ، د : ثلاثة

(١١) سا : وإذا

(١٢) ب ، سا ، د : ثلاثة

(١٣) ب : وعشرون

(١٤) سا ، د : غير موجود

(١٥) سا : ونصفا

(١٦) ف : الفاضل

بالوسط (قسا نه) (١) وبين الثانى والثالث سنة (٢) واحدة مصرية(٣) ومائة (٤) وسبعة وثلاثون يوما ومن الساعات المعدلة خمس ساعات ونصف إذ(٥) كانت المستوية المطلقة خمس ساعات والقوس الفاضلة بالوسط (قلج نه)(٦) فيكون التعديل فى الكسوف الثانى (ر مب) ناقصا لأن وسط القمر فى تلك المدة (قسط لر) بعد الدورات وهذا يزيد على المعدل (٧) كان بهذا القدر لكن (٨) فضلة قوس اختلافه بعد العودات (٩) يكون (فى كا) (١٠) فيكون هذا المقدار يوتر ذلك المقدار من التعديل من فلك البروج ويكون التعديل فى الكسوف الثالث (١١) (أكا) زائدا لأن الوسط بعد الأدوار (قلرلد) (١٢) وهذا يزيد (١٣) على المعدل الذى كان هذا المقدار(١٤) ولأن القوس الباقية بعد الأدوار من مسير الاختلاف يكون فى (١٥) هذه المدة (فا لو) فيكون (١٦) هذا المقدار يوتر(١٧) من فلك البروج هذا القدر من التعديل .

---

(١) سا ، د : قسا يه

(٢) سا : ستة

(٣) سا : مصرية

(٤) سا : غير موجود

(٥) سا : إذا

(٦) ف ، سا ، د : قلج يه

(٧) فى هامش ف : الذى

(٨) سا : ولكن

(٩) سا ، د : العود

(١٠) سا : ق لى ا

(١١) سا : غير موجود

(١٢) سا ، د : قلو لر

(١٣) سا : يريد

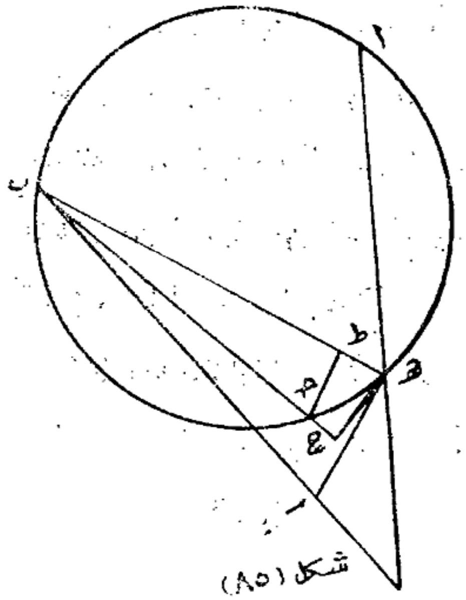
(١٤) سا ، د : القدر

(١٥) سا : غير موجود

(١٦) ف : يكون

(١٧) سا : يؤثر

« يح » فإذا عملنا لهذه الكسوفات الثلاثة شكلا كما عملنا للثلاثة الأول يتبين (1) من ذلك أن قوس ا ب جـ هـ أعظم من نصف دائرة وأن مركز التدوير يقع فيها وذلك لأن نسب الخطوط والزوايا تعلم عن قريب فيظهر مقدار قوس جـ هـ : ب جـ ،



شكل (٨٥)

ب هـ ، ب أ وتبين (2) من (3) قبل ذلك أن الأوج فى قوس ب أ وذلك لأن قوس أ ب نقصت (ر مب) وهى (ى كا) (4) وقوس ب جـ تزيد تعديل (ا كا) وهى (فا لو) فيجب أن تكون قوس جـ هـ أ تزيد (5) الأجزاء الباقية (6) وهى (وكا) فقوس ب جـ وقوس جـ هـ أ (7) كل واحدة منهما قوس زيادة فليس عليهما (8) الأوج فيبقى على أ ب وخطأ ه خرج بالحساب (فح م ير) (9)(*)

---

(1) ف ، سا ، د : تبين

(2) ف : وبين

(3) سا : غير موجود

(4) سا : فى كا

(5) سا : يزيد

(6) سا : باقية .

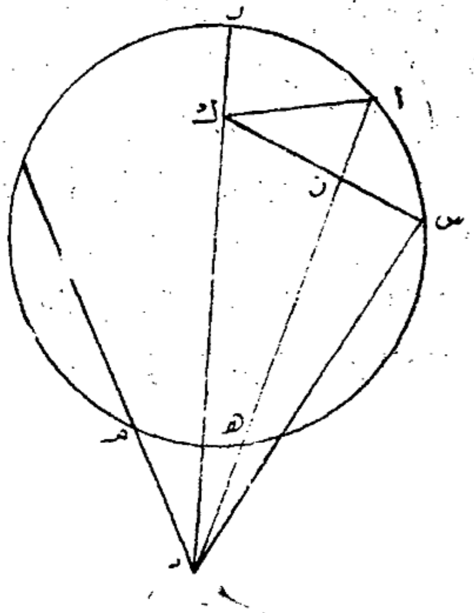
(7) [تزيد الأجزاء الباقية وهى (وكا) فقوس ب جـ وقوس جـ هـ أ] : فى هامش ب

(9) سا : عليه

(10) سا ، د : مح م ير

(*) دراسة كسوفات معاصرة لابن سينا : أخذ ابن سينا أرصاد ثلاث كسوفات قمرية معاصرة له و ناقشها مثل ما ناقش الكسوفات الثلاث القديمة

(ـ (فإذا تبين هذا فقد (١) يمكن أن يبين بمثل (٢) الشكل الذى مضى ذكره



شكل (٨٦)

أثبت ابن سينا أولا أنه فى شكل (٨٥) إذا كانت نقطة ا موقع القمر عند الكسوف الأول ونقطة ب موقعه عند الكسوف الثانى ونقطة حـ عند الكسوف الثالث ، وإذا كان المستقيم د هـ ب الواصل بين مركز البروج د وبين نقطة ب يقطع التدوير فى نقطة هـ فإن القوس ا ب حـ هـ تكون أكبر من نصف دائرة وأن مركز التدوير يقع فى القطعة ا ب حـ هـ .

وبرهان ذلك يمكن الوصول إليه إذا اتبعنا نفس الخطوات التى عملناها سابقا فى شكل (٨٣) لمعرفة أقواس حـ هـ ، ب حـ ، ب هـ ، ب ا

ومن الأرصاد المعروفة لهذه الكسوفات وجد أن :

تعديل قوس ا ب بالنقصان = - ٧° ٤٢′

وتعديل قوس ب حـ بالزيادة = ١° ٢١′

وبما أن تعديل محيط الدائرة كله = صفر

∴ تعديل قوس حـ هـ ا هو بالزيادة ويساوى ٦° ٢١′

والأوج لا يقع على أقواس الزيادة ب حـ ، حـ هـ ا

∴ الأوج يقع على القوس ا ب

وبالحسابات تبين أن الخط ا هـ أصغر من ٢ نق

∴ ا ب حـ هـ أكبر من نصف دائرة

(١) ف : فى الهامش

(٢) سا ، د : بمثل هذا

بعد شكل الثلاثة (١) الكسوفات الأول على هذه الصورة مقدار خط ك م من ك د وفرج بالحساب (ه يد) من (س) وقد يمكن أن يبين مقدار قوس أ ل بمثل ذلك الشكل (٢) على هذه الصورة وقد خرج بالحساب (مه مح) (٣) فيبقى قوس أ ب (٤) وهو بعد القمر فى الكسوف الثانى (٥) (سد لح) (٦) إذ كان قوس أ ب هى (نى كا) ويبقى زاوية ل د ب وهى التى تنقص عن المسير الوسط (د ك) فقد كان وسط القمر (٧) عند ذلك على تسع (٨) وعشرين درجة (٩) وثلاثين دقيقة (١٠) من الحمل إذ كان حاصله على الحقيقة كان (كه ى) (١١) من الحمل وهى مثل أجزاء حاصل الشمس(١٢) من الميزان (١٣) (*) .

---

(١) ب : الثلاث

(٢) سا : غير موجود

(٣) ف : به مح

(٤) سا : ل ب

(٥) ف : والثانى

(٦) سا : سه اح

(٧) سا : الشمس

(٨) ب ، سا ، د : تسعة

(٩) سا ، د : جزءاً

(١٠) سا ، د : [ونصف] بدلا من [وثلاثين دقيقة]

(١١) ف : كدى

(١٢) ف : غير واضح

(١٣) [إذ كان حاصلة على الحقيقة كان (كه ى) من الحمل وهى مثل أجزاء حاصل الشمس من الميزان] : غير موجود فى سا ، د .

(*) تعيين وسط القمر عند الكسوف الثانى فى شكل (٨٦) الشبيه بشكل (٨٤) فلك التدوير هو ا ل ب م ، مركز البروج نقطة د ، والمستقيم د ا يقطع المحيط فى نقطة ه ، والمستقيم د م ل ل المار بمركز التدوير ل ومركز البروج د يقطع المحيط فى نقطة الأوج ا والحضيض م .

نتزل العمود ل ن س على د ا ليقطعه فى ن ويقطع المحيط فى س

وباتباع نفس الخطوات السابقة استنتج ابن سينا أن :

وسط القمر فى الكسوف الثانى كان عند ٣٠′ ٢٩° من الحمل

فصـــل

فى تصحيح حركات القمر المستوية فى الطول وفى الاختلاف (١)

« يد » فإذا قد تبين هذا فلنصحح وسط القمر واختلافه وذلك يسهل (٢) بأن نوحد المدة بين الكسوفات القديمة والحديثة مثلا(٣)بين الكسوف الثانى من القديمة وبين (٤) الكسوف الثانى (٥) من الحديثة فتكون المدة ثمانمائة (٦) سنة وأربعا (٧) وخمسين (٨) سنة مصرية وثلاثا (٩) وسبعين (١٠) يوما ومن الساعات (١١) المعدلة ثلاثا (١٢) وعشرين ساعة وثلث (١٣) ساعة (١٤) لأنها من الاستوائيه المطلقة ثلاث(١٥)وعشرون ونصف وثلث(١٦)وفى هذه المدة قد كان زاد على الأدوار فى الطول (ر كد مو)(١٧) وفى الاختلاف (مب لا) (١٨) فوافق ما توجبه الأصول المتقدمة فى الأولى وخالف فى الاختلاف (١٩) بفضل (٢٠)

---

(١) [فصل فى تصحيح حركات القمر المستوية فى الطول وفى الاختلاف] : غير موجود فى سا ، د
(٢) سا : سهل
(٣) ف : غير واضح
(٤) سا : [و : س]
(٥) [من القديمة وبين الكسوف الثانى] : فى هامش سا
(٦) ف : غير واضح
(٧) سا : وأربعة
(٨) سا ، د : وعشرين
(٩) سا ، د : وثلاثة
(١٠) سا : وتسعين
(١١) ف : غير واضح
(١٢) ب : ثلاث – وفى سا ، د : ثلاثة
(١٣) سا ، د : وثلثا
(١٤) ب ، سا ، د : غير موجود
(١٥) ف : غير واضح – وفى سا ، د : ثلاثه
(١٦) [ونصف وثلث] : غير موجود فى سا ، د
(١٧) سا : ركب مو
(١٨) ف : يب لا – وفى سا ، د : يا يد
(١٩) فى هامش ب : [إذا هو أنقص تسعة عشر]
(٢٠) سا ، د : أنقص

سبع عشرة(١) دقيقة فإذا قسم على أيام المدة المذكورة خرج حصة مايصيب(٢) اليوم (٣) الواحد زمن مسير (٤) الاختلاف مما يجب أن ينقص عنه إحدى عشرة (٥) رابعةوستا (٦) وأربعين خامسة وتسعا (٧) وثلاثين سادسة فيبقى لليوم الواحد (لحـ نحـ تحـ نو نر نا نط)(٨).

فصـــل (٩)

فى حاصل حركات القمر المستوية فى الطول والاختلاف(١٠)

ثم قد (١١) قيد الحاصل لتاريخ بخت نصر (١٢) بأن عرف التاريخ بينه وبين الكسوف الثانى من القديمة على مثال ما فعل بالشمس (١٣).

فصــل

فى تصحيح مجازات القمر فى العرض وحاصلها (١٤)

ثم انتقل إلى بيان أمر العرض فقال إنه قد كان يعرض لنا فى أمر عرض القمر خطأ لاتباعنا رأى (١٥)

---

(١) ب : سبعة عشر – وفى سا : تسعة عشر
(٢) سا : ما نصيب
(٣) ف : غير موجود
(٤) سا : بين السطرين
(٥) سا ، د : عشر
(٦) ب ، سا ، د : وستة
(٧) ب : وتسع
(٨) ف : يح حـ يح يو ير يا يط – وفى سا ، د : لا ذ لح مو يز يا يط
(٩) ف : فى الهامش
(١٠) [فصل فى حاصل حركات القمر المستوية فى الطول والاختلاف] : غير موجود فى سا ، ب
(١١) ف : فى الهامش
(١٢) ب ، سا ، د : بختنصر
(١٣) سا ، د : للشمس
(١٤) [فصل فى تصحيح مجازات القمر فى العرض وحاصلها] : غير موجود فى سا ، د
(١٥) سا : أمر

إبرخس إذ كان من رأيه أن القمر يمسح فلكه الخاص به ستمائه وخمسين مرة بالتقريب ويمسح دائرة الظل التي تلي البعد الأوسط في الاتصالين مرتين ونصفا وكنا(١) إذا فرضنا ذلك وعرفنا(٢) مقدار العرض أمكننا أن نحكم بمقادير الكسوفات الجزئية بأن نتعرف الحدود التي إذا جاوزها القمر دخل في الكسوف في معرفتنا ذلك قال وكنا نتوصل من ذلك إلى أن نستخرج وسط حركاته في العرض بأن نتعرف مقدار الكسوفات (٣) في وسط زمانه فنعرف عرضه في وسط زمان ذلك الكسوف عند عقدة معينة ثم نستخرج مسير العرض بأن نأخذ مدة مابين (٤) كسوفات متساوية الإظلام معلومة العروض بسبب قدر الإظلام معلومة الطول فنستخرج(٥) بالطريق(٦) الذي أشرنا إليه من استخراج فضل التعديل من المسير المعدل المرصود مسيرة الوسط فكنا نعرف الحاصل في العرض بالوسط والقوس الفاضلة بعد الأدوار قال وأما الآن فقد استعملنا طرقا أعظم وأشرف من تلك بها غنية عن استعمال تلك الأصول فلما توصلنا بها (٧) إلى (٨) تحقق الوسط في العرض بان لنا من ذلك ما كنا نريده.(٩) فعدنا وأصلحنا (١٠) المسير في العرض الذي كان معنا وعدنا من ذلك فأصلحنا (١١) تلك الأصول ووقفنا على فسادها وأما الطريق الذي سلكناه فهو (١٢) أنا (١٣) نأخذ مدة مابين (١٤) كسوفات متشابهة في مقدار الإظلام وفي زمان (١٥) المكث وفي

---

(١) سا ، د : قلنا
(٢) سا ، د : وعرف
(٣) سا ، د : الكسوف
(٤) سا : بين
(٥) سا : فلستخرج
(٦) ف : بالطرق
(٧) سا : غير موجود
(٨) سا ، د : أن
(٩) سا ، د : نعتمده
(١٠) ف : فأصلحنا
(١١) ب ، سا ، د : وأصلحنا
(١٢) سا ، د : غير موجود
(١٣) سا ، د : فأنا
(١٤) سا : بين
(١٥) سا ، د : زمن

الجهة (١) فإن قدرنا أن نأخذها (٢) عند عقدة واحدة فعلنا وإلا أخذناها (٣) عند عقدتين ونحن نعلم أنه إذا كان الكسوف بهذه الصفات يكون قد عاد القمر إلى (٤) عرضه بعينه لأنه لا يمكن (٥) أن تتشابه (٦) الكسوفات (٧) إلا والدخول في الظل بقدر واحد إلا أن يكون أحد الكسوفين والقمر في موضع من الظل أقرب إلى الأرض فتكون دائرة الظل هناك أوسع وفي الآخر بخلاف ذلك فإنه إذا كان كذلك انكسف ذلك (٨) المقدار من الانكساف في الأقرب (٩) منهما وعرضه أي (١٠) بعده عن فلك البروج ذلك العرض ولم ينكسف من الثاني الأبعد إلا (١١) إذا صار عرضه أقل لكن إذا اتفق أن يكون مثل هذا لم يكن زمانا (١٢) المكث متساو بين (١٣) ولا (١٤) زمانا (١٥) ما بين الابتداء والانجلاء فإذا تساوى الزمانان (١٦) مع تشابه الإظلام علم أن الكسوفين كانا عند قطع (١٧) واحد بعينه بالتقريب فكانا عند عرض واحد بعينه قال وأحد الاعتبارات التي اعتبرناها كان لنا من كسوفين متشابهين عند عقدة واحدة في (١٨) جهة (١٩) واحدة أما العقدة فالذنب وأما الجهة فالجنوب (٢٠) وأما المقدار فسدس القطر وهو أصبعان الأول منهما مرصود ببابل

(١) سا : الجملة
(٢) ف : نأخذ
(٣) سا ، د : أخذنا
(٤) سا : لك
(٥) سا ، د : قد
(٦) سا : يتشابه
(٧) سا : الكسوفان
(٨) سا : وذلك
(٩) ف : الأرض
(١٠) سا : إلى
(١١) ف : غير موجود
(١٢) سا : زمان
(١٣) سا : متساويا
(١٤) سا : لا
(١٥) سا : زمان
(١٦) سا : الزمان
(١٧) ب : القطع
(١٨) سا ، د : غير موجود
(١٩) سا ، د : وجهة
(٢٠) سا : فالجنوب أى إلى الجنوب

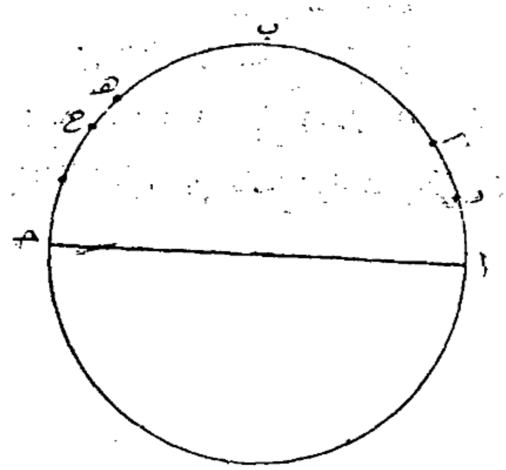
والثانى (١) مرصود بالأسكندرية وأما المدة بينهما فستمائة وخمس (٢) عشرة (٣) سنة مصرية ومائة وثلاثة وثلاثون يوما وإحدى (٤) وعشرون ساعة ونصف وثلث من ساعات الاستواء وأما البعد فقد كان فى كل واحد منهما قريبا من الوسط فإنه قد استخرج من التاريخ ومن الحاصل أن بعد القمر عن أوج التدوير كان فى الأول منهما (ق يط) وفى الثانى بعده من الأوج فى (٥) الجهة الأخرى (ر نا يح) (٦) وكان مكانه المعدل فى الأول أنقص من الوسط بخمسة أجزاء وفى الثانى أزيد بأربعة أجزاء وثلاث (٧) وخمسين دقيقة وقد عاد إلى عرضه بالمعدل وأما الوسط (٨) فقد نقص عن تمام دائرة واحدة بمجموع التعديلين وهو تسعة أجزاء وثلاث (٩) وخمسون دقيقة وعلى أصول أبرخس يجب أن يكون التعديلان (١٠) فى هذه المدة من الزمان أزيد من هذا المقدار بتسع دقائق حتى يكون مجموعها عشرة أجزاء وقريبا (١١) من دقيقتين فيكون مسير العرض على أصوله أنقص مما وجد بطلميوس وقسم (١٢) بطلميوس هذه التسعة الدقائق على أيام المدة وزاد حصة يوم واحد من المسير الأوسط (١٣) فى العرض ليوم واحد على ما كتبه (١٤) ابرخس ليوم ومبلغ (١٥) هذه الزيادة (ح ح ح ح ح ح ح لط يح) (١٦) فإذا زيد هذا (١٧) على ما قبل صار وسط

(١) سا ، د : والآخر
(٢) ب ، سا ، د : وخمسة
(٣) سا ، د : عشر
(٤) ب : واحد
(٥) ب ، سا ، د : من
(٦) ف : د يا يح — وفى سا : ريا ه يح
(٧) ب ، سا ، د : وثلاثة
(٨) سا : بالوسط
(٩) ب ، سا ، د : وثلاثة
(١٠) ف : التعديلات
(١١) ف : قريبا
(١٢) سا ، د : فقسم
(١٣) ب ، سا : د : الوسط
(١٤) سا : غير واضح
(١٥) سا : مبلغ
(١٦) سا ، د : ح ح ح ح ح ح ع لط يح .
(١٧) سا : غير موجود .

العرض (يحيه ، لط مح نو لر) (١) واستظهر بطلميوس بكسوفين آخرين اتفقا فى كل شىء إلا أن أحدهما كان عند(٢) عقدة غير التى كان فيها الآخر أولهما أحد الكسوفات القديمة الثلاثة البابلية وكان(٣) عند الرأس والآخر(٤) عند الذنب وكلاهما جنوبيان أي الإظلام إلى الجنوب فيه (٥) فى (٦) التقدير(٧) ربع القطر وهو ثلاث (٨) أصابع (يه) ورسم (٩) لمعرفة (١٠) ذلك شكلا بأن عمل دائرة أ ب ج (١١) للمائل وقطرها (١٢) أ ج و : أ (١٣) هو الرأس ، ج هو الذنب والنهاية الشمالية ب والقمر فى الكسوف الأول منهما (١٤) على د لأنه إذا كان الكسوف فى جهة الجنوب يكون مركز القمر من فلك البروج إلى جهة (١٥) الشمال والثانى منهما على ه ولامحالة أن أ د ، ج ه (١٦) متساويان وإن لم يعلما بعد وإذا حسب من التاريخ الذى للتحصيلات وعلم وسط القمر فيهما فى الطول واختلافه أوجب اختلاف أنه كان فى الأول منهما بعده من الأوج فى التدوير (يب كد) فعلم أن تعديله كم هو أن مقامه المعدل (١٧) كان أقل من الوسط بتسع (١٨) وخمسين دقيقة وهى

---

(١) ف : يه يجه مه لط مح لو لر – وفى سا : يحه لح مه لط مح لو لر
(٢) سا : فى
(٣) سا ، د : وكانت
(٤) سا : والأخرى
(٥) سا ، د : غير موجود
(٦) سا ، د : وفى
(٧) سا ، د : المقدار
(٨) ب ، سا ، د : ثلاثة
(٩) سا ، د : فرسم
(١٠) سا : بمعرفة
(١١) سا : أ ب ح
(١٢) سا : وقطر
(١٣) ف : [أ ج و : أ ه]
(١٤) سا : منها
(١٥) سا ، د : غير موجود
(١٦) سا ، د : أ د ، أ ه
(١٧) سا : غير موجود
(١٨) سا : بأقل من تسع



شكل (٨٧)

تعديله أيضا وكان (١) بعده من الأوج فى الثانى (ب مد) فكان تعديله ناقصا أيضا (٢) بثلاث(٣) عشرة(٤) دقيقة فليكن وسط القمر فى الأول منها نقطة ر حتى يكون د ر (٥) تعديلا ناقصا وفى الثانى عند نقطة ح حتى يكون هـ ح تعديلا ناقصا أيضا (٦) وهما معلوما القدر ولما كانت المدة بين الكسوفين معلومة وهى مائتا (٧) سنة وثمانى عشرة(٨) سنة مصرية وثلاثمائه وتسعة(٩) أيام وثلاث (١٠) وعشرين ساعة(١١) وجزء من اثنى عشر جزءا من ساعة استوائية فتكون القوس الفاصلة على الأدوار فى سير القمر الدورى الطولانى بالوسط معلومة وهى قوس ر ح (١٢) ونخرج بالحساب

(١) سا ، د : فكان
(٢) سا ، د : غير موجود
(٣) ب ، سا ، د : بثلاثة
(٤) سا ، د : عشر
(٥) سا : د ر ا
(٦) سا ، د : غير موجود
(٧) ب : ما تى
(٨) سا ، د : وثمان عشر
(٩) سا : وسبعة
(١٠) ب : وثلاثا
(١١) [معلومة وهى مائتا سنة وثمان عشر سنة مصرية وثلثمائة وسبعة أيام وثلاث وعشرين ساعة] : فى هامش سا
(١٢) سا ، د : ر ح معلومة

مائه وستون (١) جزءا وأربع (٢) دقائق نزيد (٣) عليه تعديل الكسوف الأول وننقص منه تعديل الكسوف الثانى فما اجتمع حتى يكون قوس د هـ معلومة فما اجتمع ننقصه (٤) من نصف دائرة فما بقى فنصفه (٥) فيكون أحد نصفيه قوس أ د والثانى قوس جـ هـ إذ (٦) كان البعد عن العقدتين واحدا ويخرجان بالحساب (ط له) (*)

---

(١) ف : وستين
(٢) سا : وربع
(٣) سا ، د : فنزيد
(٤) ف : غير موجود
(٥) سا : نصفه
(٦) سا : إذا

(*) تعيين بعد القمر عن العقدة عند الكسوف : ذكر ابن سينا أن بطليموس اختار لذلك كسوفان متشابهان أحدهما قديم والآخر معاصر وكان موضع الأول بالقرب من الرأس والثانى بالقرب من الذنب وهما متشابهان فى جميع عناصر الكسوف ، وكان الجزء المظلم فى وسط الكسوف فى كل منهما ناحيه الجنوب

ففى شكل (٨٧) ليكن أ ب جـ دائرة المائل أى التى تمثل مسار القمر مائلا على البروج ، وليكن نقطتا أ ، جـ هما الرأس والذنب ، ونقطة ب هى النهاية الشمالية .

∵ الجزء المظلم كان فى اتجاه الجنوب

∴ الشمس كانت إلى الجنوب أى أن القمر فى الحالتين كان إلى الشمال .

نفرض موضعا القمر كانا د ، هـ

∴ أ د = هـ جـ

المطلوب تعيين قيمة أ د أو جـ هـ

من تاريخ حاصل القمر فى كل كسوف (أى حصوله فى وسط الكسوف) يمكن معرفة وسط القمر فى طول (Mean Longitude) . وكذلك زاوية الاختلاف وبالتالى بعده عن الأوج فى التدوير وكانت النتيجة :

البعد عن الأوج فى الكسوف الأول = ١٢° ٢٤′
التعديل فى هذا الموضع = — ٥٩′
البعد عن الأوج فى الكسوف الثانى = ٢° ٤٤′
التعديل فى هذا الموضع = — ٣′

∴ نقطتا د ، هـ هما الموضعان المرئيان (أو المقومان) فلنفرض أن الموضعين الأوسطين هما ر ، ع حيث ر خارج أ د ، ع واقعة على هـ جـ حتى يكون التعديلان ناقصين

وحيث د ر = ٥٩′ ، هـ ع = ١٣′

والآن من تاريخى الكسوفين يمكن إيجاد القوس ر ع وهى الفرق بين الموضعين الأوسطين

	سنة	يوم	ساعة
فالفترة بين الكسوفين =	٢١٨	٣٠٩	٢٣ $\frac{1}{٣}$

ويعلم قوسا أ ن ، حـ ح اللذان (١) للوسط (٢) فيهما جميعا ويعلم بعدهما من النهاية الشمالية ونقطة الوسط واستخرج من ذلك حاصل القمر فى عرضه لتاريخ بختنصر (٣) ثم وضع (٤) جدولا للتعديل الأول تتفاضل فيه الدرج من الاختلاف بست درج (٥) ست درج وثلاث درج ثلاث درج فى صفين (٦) ووضع بإزائها من الفضل كما وضع للشمس ثم وضع (٧) فى الصف الثالث أجزاء التعديل للزيادة والنقصان على أنه (٨) كم يخص درجة من التعديل فى كل ما بين ست درج والأمر فى أنه متى يجب أن يزاد أو ينقص (٩) التعديل ظاهر .

فصــل

فى أن الخلاف الذى وقع لإبرخس فى مقدار الاختلاف لم يكن من الأصول التى عمل عليها بل من الحساب(١٠) ثم أخــذ يبين السبــب فى الخطـــأ الــذى (١١) وقـــع (١٢)

ثانية دقيقة ساعة يوم

لكن الشهر الأوسط = ٣٠,٢ ٤٤ ١٢ ٢٧ = ٢٧,٥٣٠٩ ٠٥١٣ يوم

∴ الحركة الوسطى للقمر فى اليوم = ١٣,٠٧٦٢ ١٣٧٤°

∴ الفترة بين الكسوفين تعطى ٢٩٠٣ دورة كاملة + ١٦٠,٠٦٦٧°

∴ القوس ر ع = ١٦٠,٠٦٦٧° = ٤َ ١٦٠°

لكن د هـ = ر ع + د ر − هـ ع = ٤َ ١٦٠° + ٥٩َ − ١٣َ = ٥٠َ ١٦٠°

∴ أ د = هـ حـ = (١٨٠ − د هـ) / ٢ = (١٠َ ١٩°) / ٢ = ٣٥َ ٩°

(١) ب ، سا ، د : اللذين

(٢) سا : الوسط (٣) ف : بخت نصر

(٤) [ونقطة الوسط واستخرج من ذلك حاصل القمر فى عرضه لتاريخ بختنصر ثم وضع] : غير موجود فى سا

(٥) [بست درج] : فى هامش ف

(٦) [وثلاث درج ثلاث درج فى صفين] : غير موجود فى سا

(٧) سا : يضع

(٨) [على أنه] : فى هامش ف

(٩) سا : وينقص

(١٠) [فصل فى أن الخلاف الذى وقع لإبرخس فى مقدار الاختلاف لم يكن من الأصول التى عمل عليها بل من الحساب] : غير موجود فى سا ، د

(١١) ب : غير موجود

(١٢) ب : الواقع

لأبرخس (١) فى مقدار سير الاختلاف وفى مقدار نسبة نصف قطر التدوير إلى نصف قطر الحامل إذ كان على أصله يجب أن تكون النسبة على أصل الخروج نسبة سنة(٢) وربع إلى ستين(٣) وفى أصل التدوير نسبة أربع درج وست (٤)وأربعين دقيقة إلى ستين فتختلف لذلك غاية التعديل (٥) لأنه فى الأول يبلغ (ه مط)وفى الثانى (د لد) والذى يحقق على مذهب بطليموس فيهما جميعا أن النسبة نسبة (ه يه) (٦) إلى (س) وغاية الفصل خمسة أجزاء (٧) وذكر (٨) أن ذلك لم يقع له من جهة الخطأ فى الأصول بل من الخطأ فى الحساب ثم يبين وجهه ذلك وقال (٩) إنه لم يلزم أمرا واحدا (١٠) بل أمورا مختلفة وكسوفات وقع فيها الخطأ إما فى نفس الرصد وإما فى مدة التحصيل والتاريخ قال فمن ذلك ثلاث (١١) كسوفات محمولة (١٢) من بابل أخذها أبرخس وعمل عليها وأخذ (١٣) أولها وعرف تاريخه ومدة ما بينه وبين تاريخ التحصيلات والزمان الذى يختلف به بابل والأسكندرية حتّى نعلم أنه متى كان وسطه بالأسكندرية وعدل الساعات فعرف من ذلك موضعه الوسط والمعدل وفعل كذلك بالكسوف الثانى من تحصيل العدة بينهما وكذلك فعل بالثالث فوجد أبرخس (١٤) عرض له الغلط فى ساعات المدة بين الكسوف الأول والثانى إذ كانت فى التحقيق زائدة على عدة الأيام (١٥)بثلاثة أخماس ساعة (١٦) وأخذ(١٧) أبرخس

---

(١) سا : لانرجس

(٢) ف : ستة

(٣) ف : ستين

(٤) سا ، د : وستة

(٥) سا : التعديل

(٦) سا : د و ر م

(٧) سا : غير موجود

(٨) سا : فذكر

(٩) سا : قال

(١٠) فى هامش ب : [لم يكن من أمر واحد بل أمور مختلفة]

(١١) سا ، د : ثلاثة

(١٢) ف : محمولة بل

(١٣) سا : واحدا

(١٤) سا : انرجس

(١٥) فى هامش ب : [بنصف وربع وشىء وأخذ إبرخس أنها زائده بثلاثة أخماس وأما مسير الشمس] .

(١٦) سا ، د : [بنصف وربع شىء] بدلا من [بثلاثة أخماس ساعة]

(١٧) ف : واحد

أنها زائدة بنصف وربع ساعة (١) بمسير (٢) الشمس وكانت القوس الزائدة فى التحقيق (قمحـ كح) (٣) وعند أبرخس (٤) (قعب يب ل) (٥) وكذلك (٦) عرض له الغلط فى ساعات المدة بين الثانى والثالث إذ كانت فى التحقيق زائدة بساعتين وعند أبرخس (٧) بساعة وثلثين وأما القوس الزائدة فكانت عند التحقيق (قعه مد) وعند أبرخس (قعه رن) (٨) ثم تعقب حال كسوفات ثلاثة أخرى اعتبرها أبرخس وذكر أنها رصدت بأسكندرية (٩) مثل ذلك الاعتبار ووجد (١٠) المدة بين الأول والثانى فى التحقيق مائة وثمانية (١١) وسبعين يوما وست ساعات ونصفا وثلثا (١٢) مستوية ومن أجزاء مسير الشمس (قب يا) (١٣) وعند أبرخس (١٤) المدة مائة وثمانية (١٥) وسبعون (١٦) يوما وست ساعات ومن الأجزاء (١٧) (قف ك) ووجد المدة بين الثانى والثالث فى التحقيق مائة وستة وسبعين (١٨) يوما وخمسى (١٩) ساعة وأجزاء قوس الزيادة (قسح نه) (٢٠) وعند أبرخس المدة مائة وسته وسبعون (٢١) يوما وساعة وثلث (٢٢) استوائية والأجزاء (قسح لـ) (٢٣) فبهذا السبب ما وقع له الغلط (٢٤) .

---

(١) سا ، د : [بثلاثة أخماس] بدلا من [بنصف وربع ساعة]

(٢) سا : لمسير

(٣) سا : قمحـ يب ن

(٤) سا : انرجس

(٥) سا : قمحـ كح

(٦) سا : ولذلك

(٧) سا : انرجس

(٨) ف : قمه ز ر – وفى سا : قمه رد

(٩) سا ، د : بالإسكندرية

(١٠) سا : فوجد

(١١) ف : غير واضح

(١٢) سا ، د : ونصف وثلث

(١٣) ف ، سا ، د : قف يا

(١٤) سا : انرجس

(١٥) ف : غير واضح

(١٦) سا : وتسعون – وفى هامش ب : [وتسعون]

(١٧) سا : الآخر

(١٨) سا : وتسعين

(١٩) سا : وخمس

(٢٠) ف : قسح يه – وفى سا : قسح يحـ

(٢١) فى هامش ب [وتسعون] – وفى سا : غير واضح

(٢٢) سا : غير موجود

(٢٣) سا : قسح يه

(٢٤) سا ، د : والله تعالى الملهم الصواب وهو المشكور على السداد

المقالة الخامسة

في تحقيق أحوال القمر

المقالة الخامسة (١)

فى تحقيق أحوال القمر

فصـــل (٢)

فى صفة آلة تقاس بها الكواكب (٣)

قال الذى يحتاج إليه فى تحقيق أحوال القمر لاتصالاته من (٤) المقارنة والمقابلة وأوقات الكسوفات هو التعديل الأول فإن التعديل الأول ومعرفته كافية (٥) فى ذلك وأما فى سائر التسييرات الجزئية فلا يكتفى بذلك فإنه سيظهر أن له اختلافا ثانيا ويجب أن نعرف أولا حال صنعة الآلات (٦) التى لابد منها فى رصد الهيئة وصنعتها (٧) تتخذ (٨) حلقتان متساويتان متشابهتان فى الصنعة يحيط بها أربعة سطوح مستوية جدا وتركبهما على القطر وتجعل إحداهما مكان (٩) دائرة (١٠) نصف النهار والأخرى مكان دائرة البروج ولنطلب على دائرة نصف النهار (١١) قطب دائرة البروج وذلك سهل (١٢) لأنا (١٣) نأخذ من حلقة دائرة البروج على الحلقة ربع دائرة من (١٤)

---

(١) [المقالة الخامسة] : غير موجود فى ب ، سا ، د – ويوجد فى ب بدلا منها : [فصل]

(٢) ب : غير موجود

(٣) [فى تحقيق أحوال القمر فصل فى صفة آلة تقاس بها الكواكب] : غير موجود فى سا ، د

(٤) ف ، سا : غير موجود – وفى ب : بين السطرين

(٥) سا : كافى

(٦) سا : آلة

(٧) سا : وصنعته

(٨) سا ، د : أن تتخذ

(٩) فى هامش ب : [مكان الدائرة المارة بالأقطاب الأربعة]

(١٠) سا : غير موجود

(١١) فى هامش ب : [والأخرى مكان دائرة البروج ولنطلب على نصف النهار]

(١٢) ف ، سا ، د : يسهل

(١٣) سا ، د : لأنك تطلب أن

(١٤) سا ، د : غير موجود

نصف النّهار فنوتد (١) هناك وتدا نافذا فى الجانبين جميعا ونعمل حلقتين على الشكل المذكور إحداهما بحيث تنهندم على الحلقتين من فوق ويمكن أن يدور (٢) عليها (٣) والأخرى بحيث تنهندم عليها الحلقتان منطبقتين عليها ويمكن أن تدور فيهما(٤) مماسة لهما وحينئذ نركبهما(٥) فى الوتدين أحدهما(٦) فوق والأخرى (٧) تحت ونتخذ حلقة بحيث تشتمل عليها الحلقة الداخلة فيها(٨) مهندمة(٩) ويمكنها أن تتحرك فيها إلى القطبين ونجعل عليها هدفين(١٠) شبيهين(١١) بهدفى(١٢) الاسطرلاب فتكون الحلقتان المتوتدتان (١٣) تتحركان على الحلقتين الأولتين حركة فى الطول والحلقة(١٤) الداخلة تتحرك فى العرض ثم نستخرج على حلقة نصف النّهار غاية الميل ونستخرج من ذلك قطبى معدل النّهار فيوتد (١٥) عليهما (١٦) وتدين ويركب عليها من خارج حلقة تشتمل (١٧) على الحلق وتكون قد قسمت الحلق (١٨) التى للبروج والتى لنصف النّهار والمشتملة على الكل وسائر الحلق بالدرج والدقائق ما أمكن فإذا نصبت هذه الحلقة على (١٩) سطح الأفق فى خط نصف النّهار نصبا

---

(١) ف : فتوتد – وفى سا : فتريد

(٢) سا : تدور

(٣) ف بين السطرين [مماسا لها]

(٤) [والأخرى بحيث تنهندم عليها الحلقتان منطبقتين عليها ويمكن أن تدور فيهما] : غير موجود فى سا

(٥) سا : نركبهما

(٦) سا ، د : احداهما

(٧) سا : عليهما

(٨) سا : منهما

(٩) سا : متهندمة

(١٠) سا : دفتين

(١١) سا ، د : شبيهتين

(١٢) سا ، بدفتى

(١٣) سا : الموتدتان

(١٤) سا : والحركة

(١٥) سا : فيريد

(١٦) سا : عليه

(١٧) فى هامش ب : [وهى بدل نصف النّهار

(١٨) سا : الحلقة

(١٩) سا ، د : نصبا على

قائما (١) بحسب عرض البلد وارتفاع القطب فيه (٢) كان دوران الحلق على الوتدين مشابها للدوران الكل قال بطليموس وكنا (٣) ننصب هذه (٤) الحلقة بحسب عرض البلد فإن كان (٥) الشمس والقمر معا فوق الأرض حركنا الحلقة العليا المارة بقطبى فلك البروج حتى أقمناها على الجزء الذى فيه الشمس فى تلك الساعة من فلك البروج (٦) وكنا (٧) لا نزال نحرك حلقة نصف النهار المارة بالأقطاب حتى (٨) يحصل التقاطع (٩) فى سطح محاذ (١٠) للشمس بالحقيقة فتستظل (١١) العليا (١٢) وحلقة البروج من أنفسهما وخصوصا إن استعين بمثل ثقبتى الاسطرلاب وإن كان مكانهما كوكب (١٣) لا عرض له احتلنا (١٤) حتى نرى الكوكب على سطح الحلقة وخصوصا إن عملنا عليه (١٥) مثل ثقبتى الاسطرلاب ثم ندبر الحلقة الأخرى الداخلانية (١٦) ونديرفيها الداخلانية إلى القطبين حتى يرى (١٧) الكوكب الأخضر أو القمر فى الثقبتين مع رؤيتنا للأول (١٨) فى الدرجة التى له وقد سددنا (١٩) الحلقة (٢٠) الخارجة عليها فيحصل قوس بين مقاطعة الحلقة الأولى للحلقة (٢١) التى (٢٢) للبروج (٢٣)

---

(١) سا ، د : قائما عليه

(٢) ف : منه

(٣) سا : فكنا

(٤) سا : هاذه

(٥) سا ، د : كانت

(٦) [حركنا الحلقة العليا المارة بقطبى فلك البروج حتى أقمناها على الجزء الذى فيه الشمس فى تلك الساعة من فلك البروج] : غير موجود فى سا

(٧) سا : فكنا

(٨) سا : بالقطبين

(٩) سا : غير موجود

(١٠) سا ، د : محاذى

(١١) سا : فتستطيل

(١٢) سا : هى

(١٣) سا : كوكبا

(١٤) سا : اختلف

(١٥) ف ، سا ، د : حيله

(١٦) سا ، د : الداخلة .

(١٧) سا : نرى .

(١٨) جـ ، سا ، د : الأولى .

(١٩) ف : سدد – وفى سا : شددنا .

(٢٠) ف : بالحلقة .

(٢١) سا ، د : لحلقة .

(٢٢) سا ، د : غير موجود .

(٢٣) سا ، د : البروج .

وبين مقاطعة هذه الأخرى هي قوس الطول وقوس أخرى بين الثقبة التي في الحلقة الدائرة إلى القطبين وبين حلقة البروج هي قوس العرض في الجنوب أو في الشمال وربما توتد (١) الحلقة الفوقانية بإزاء درجة الكوكب (٢) لتدار (٣) بإزائه دورا بحسب دور الفلك ويقاس به سائر الكواكب .

فصل

في الأصل الذي يعمل عليه في أمر اختلاف القمر المضعف (٤)

قال فلما استعملنا هذه (٥) الآلة ولزمنا (٦) الرصد كنا (٧) نصادف (٨) أحوال القمر عند الاتصالات مناسبة (٩) لما توجبه الأصول المتقدمة لا نغادر شيئا محسوسا إلا ما يوجبه اختلافات المنظر وأما عند تربيعي (١٠) القمر للشمس فكان إذا كان القمر على الأوج أو الحضيض من التدوير يجرى (١١) الأمر على ذلك القياس وأما إذا كان في التربيع على سائر المواضع غير الأوج أو الحضيض لم نجد (١٢) التعديل مطابقا للأصول المتقدمة بل كان الزائد أزيد والناقص أنقص وإذا اتفق أن كان القمر حيث يوجب غاية التعديل كنا نجده أزيد كثيرا من الخمس (١٣) الدرج التي فرضناها غاية فضل التعديل في النقصان والزيادة فحدسنا أن مركز التدوير ليس يتحرك على فلك موافق المركز وإلا لما اختلفت غاية تعديله بل يتحرك على خارج المركز (١٤) وأنه عند التربيعين يكون في بعده الأقرب فيرى (١٥) أعظم ويفعل

---

(١) سا : تريه .
(٢) سا : كوكب .
(٣) سا : ليدار .
(٤) [فصل في الأصل الذي يعمل عليه في أمر اختلاف القمر المضعف] : غير موجود في سا ، د .
(٥) سا : هاذه .
(٦) في هامش ب : [وأدمنا] .
(٧) ب : وكنا .
(٨) سا ، د : نشاهد ونصادف .
(٩) سا : متناسبة .
(١٠) سا : غير واضح .
(١١) سا : تجرى .
(١٢) سا : نجده .
(١٣) ب ، سا ، د : الخمسة .
(١٤) ب ، سا ، د : مركز .
(١٥) سا : فراى .

زاوية عند البصر (١) أعظم ويوتر (٢) من فلك البروج أكثر وإذا كان فى التر بيعين عند الحضيض (٣) من (٤) خارج (٥) فى الاتصالين يكون عند الأوج (٦) وإذا كان القمر يحصل (٧) عند الحضيض فى الشهر (٨) مرتين فى دورة واحدة فليس يمكن ذلك أو يكون الخارج المركز يتحرك خلاف حركة (٩) مركز التدوير حتى يستقبله الحضيض فى الشهر مرتين وكذلك الأوج تستقبله (١٠) فى الشهر مرتين (١١) فعلمنا من ذلك أن الخارج المركز يتحرك إلى المشرق فى جهة حركة المائل وفى سطحه أعنى سطح المائل حركة تنقل مركز التدوير إلى المشرق وحركة أخرى (١٢) تنقل البعدين وتدير مركز الخارج إلى المغرب فإنه لو كانت حركة الخارج المركز هذه على مركز نفسها لما اختلفت(١٣) مواضع(١٤) الأوج والحضيض فإذا اختلفت(١٥) فيجب أن تنتقل أيضا جملته ومركزه بانتقال فلك آخر ينقل أوجه ولما كان مركز فلك التدوير يقطع من الفلك المائل فى أزمنة سواء قسيا سواء علم ذلك باعتبار مقوماته فى أزمنة متساوية واعتباره (١٦) موجب التعديل وإذا لم يكن تعديل من جهة التدوير فذلك أظهر (١٧) وذلك حين ما يكون عند البعدين وبالقرب منهما فبين أنه لا يقطع كذلك من الفلك الخارج المركز حتى يكون فضوله فى أزمنة سواء

---

(١) فى هامش ب : [القطر] .
(٢) سا : ويؤثر
(٣) سا ، د : حضيض
(٤) سا ، د : غير موجود
(٥) سا ، د : الخارج .
(٦) سا : أوجه .
(٧) سا ، د : غير موجود .
(٨) [فى الشهر] : غير موجود فى سا .
(٩) سا : غير موجود .
(١٠) سا : يستقبله .
(١١) [وكذلك الأوج تستقبله فى الشهر مرتين] : فى هامش ب .
(١٢) سا ، د: [وأخرى حركة] بدلا من [وحركة أخرى] .
(١٣) ب ، سا ، د : اختلف .
(١٤) ب ، سا ، د : موضع .
(١٥) ب ، سا ، د : اختلفه .
(١٦) سا : واعتبار .
(١٧) سا : تظهر .

قسيا سواء (١) فإن هذا لا يمكن أن يجتمع فى الفلكين المختلفى المركز فبين أن استواء مسيره هو على مركز الفلك المائل لا على مركز (٢) الخارج (٣) ولما كان الشهر الواحد (٤) الوسط (٥) المبتدى (٦) من الاجتماع يتم للقمر فيه دورة وقوس قطعتها (٧) الشمس بالمسير الوسط وحينئذ يكون وسطه على أوج الخارج (٨) فيكون حركة الخارج فى الشهر دورة إلا قوس الشمس التى بالوسط وذلك لأن القمر فى (٩) أول الشهر الوسط كان على الأوج فدار (١٠) دورة فى الطول وقطع (١١) قوسا زائدة والأوج يستقبله فى خلاف جهة حركته فيوافيه ويلحقه على طرف تلك القوس وقد بقى له إلى (١٢) أن يوافى الموضع (١٣) الذى افترقا عليه هذه القوس بعينها فيكون للقمر دورة وقوس وللحامل من جهة حركته إلى المغرب دورة إلا قوسا وزيادة (١٤) مسير الوسط للقمر (١٥) على حركة الحامل بما (١٦) لحقه (١٧) من حركة المائل ضعف تلك القوس إذ هذا يزيد بذلك وذلك تنقص بهبعينه وبين أن حركة الخارج المركز بما يلحقها من حركة المائل مع هذه القوس غير مضاعفة (١٨) مساوية لزيادة (١٩) وسط القمر فى الطول على وسط الشمس وذلك دورة واحدة (٢٠)

---

(١) (قسيا سواء) : فى هامش ف .
(٢) فى هامش ب : [التدوير] .
(٣) سا ، د : التدوير .
(٤) سا ، د : غير موجود .
(٥) ب : [الشهر الوسط الواحد] بدلا من [الشهر الواحد الوسط] .
(٦) سا : الحامل المبتدا .
(٧) سا : قطعهما .
(٨) ب بين السطرين : [الحامل] .
(٩) سا : غير موجود .
(١٠) سا : فزاد .
(١١) ف ، سا ، د : فقطع
(١٢) سا : غير موجود .
(١٣) سا ، د : الموضع الأول — وفى هامش ب : [الأول] .
(١٤) سا : فزيادة .
(١٥) سا : [القمر الوسط] بدلا من [الوسط للقمر] .
(١٦) سا : لما .
(١٧) سا : لحقته .
(١٨) سا ، د : مضعفة .
(١٩) ف : كزيادة .
(٢٠) سا : غير موجود .

فإذا أضعف (١) ذلك وهو تفاضل ما بين وسطى القمر والشمس كان (٢) جميع ما نجده (٣) مسير الأوج والمائل (٤) من المشرق وحركة القمر الوسطى إلى (٥) توالى البروج لو افترقت الشمس ونقطة الأوج ومركز التدوير ونقطة المائل معا لأن ذلك دورتان وذلك هو حركة الأوج والمائل معا ووسط الشمس كل ذلك مرتين فهو مثلا حركة الأوج (٦) والمائل معا (٧) ووسط الشمس مرة وهو المقدار الذى يقطعه التدوير من الخارج بالحقيقة إذ هو بالحقيقة (٨) دورتان وأقول (٩) إذا افترقت (١٠) الشمس ومركز تدوير القمر والأوج سار الأوج قوسا ما وسار المركز من الجانب الآخر مثل تلك القوس وضعف مسير الشمس وسارت الشمس فى (١١) جهة مسير (١٢) المركز قوسها المعلوم فيحصل البعد بين المركز والأوج ضعف تلك القوس (١٣) وضعف مسير الشمس (١٤) وحصل البعد بين المركز وبين الشمس تلك القوس وقوس مسير الشمس فيكون البعد بين النيرين نصف البعد بين الأوج وبين (١٥) المركز (١٦) ولأن فضل هذا كله على مسير القمر فى الطول هو حركة الخارج بما يلحقه (١٧) من المائل فإن نقص عن هذا الفضل المضعف بدل المسير فى الطول

●

---

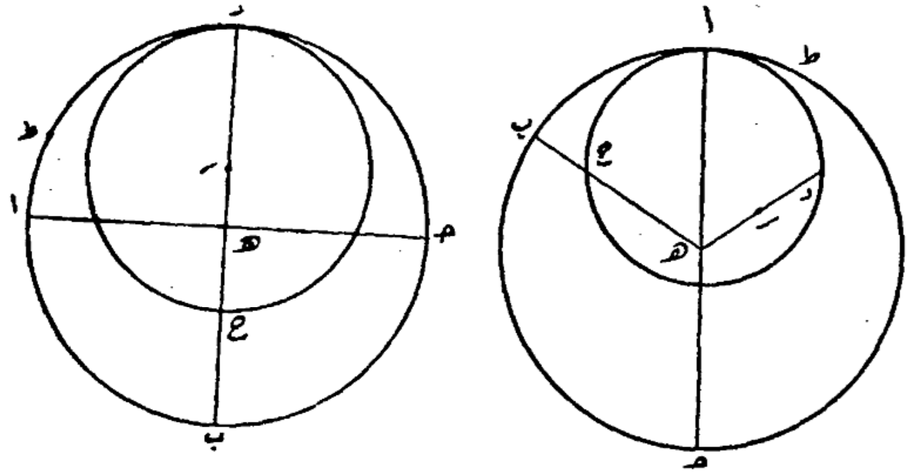
(١) سا : ضعف .
(٢) سا : [مبلغ ذلك] بدلا من [كان] .
(٣) سا : ما نجده .
(٤) سا ، د : والحامل .
(٥) سا : غير موجود .
(٦) ب : الشمس .
(٧) [ووسط الشمس كل ذلك مرتين فهو مثلا حركة الشمس والمائل معا] : فى هامش ب .
(٨) [إذ هو بالحقيقة] : غير موجود فى سا .
(٩) سا ، د : فأقول .
(١٠) سا : غير واضح .
(١١) سا ، د : من .
(١٢) سا : سير – وفى ب : فى الهامش .
(١٣) سا ، د : [قوس مسير الأوج] بدلا من [تلك القوس] – وفى هامش ب : [قوس مسير الأوج] .
(١٤) ف : القمر .
(١٥) سا ، د : غير موجود .
(١٦) سا ، د : والمركز .
(١٧) سا : يلحقها .

مسير العرض الوسط بانضمام (١) حركة المائل إلى حركة الطول فبقى مسير الخارج المركز بحركة الأوج فحركة الخارج إذن هى مثل ما يبقى (٢) من نقصان مسير العرض عن الفضل المضعف أعنى تفاضل الوسطين وسط الشمس ووسط القمر لحركة الأوج وحدها (٣) مساوية (٤) لما يبقى من ضعف فضل مسير الوسط للقمر على وسط الشمس منقوصا منه وسط مسير العرض وهذا الفضل (٥) يسميه بطليموس البعد ويسمى جميع القوس المشتملة على الحركات كلها (٦) البعد المضاعف (٧) وإذا (٨) حسب خرج مسير الأوج(٩) لليوم الواحد (ياط) « أ » وقد عمل (١٠) بطلميوس لتفهيم (١١) هذا المعنى شكلا فقال (١٢) لتكن دائرة أ ب حـ (١٣) المائلة حول هـ و : هـ أيضا مركز البروج وليكن أ هـ حـ القطر المار بالمركزين و : ز مركز د ح الخارج وليكن وقتا ما بحذاء نقطة أ نقطة النهاية الشمالية ونقطة الأوج ونقطة الحمل ومركز التدوير للقمر (١٤) ووسط الشمس وتحرك سطح أ ب حـ د مع د ح كله فى يوم واحد من أ فى جهة د فقطع (١٥) قوس أ ط مقدار ثلاث دقائق فصارت النهاية الشمالية عند ط وهى فى آخر الحوت وسطح الخارج دار ما داره خط هـ د (١٦) فى تلك الجهة قوساً أعظم من أ ط وهى قوس أ د ومركز التدوير دار من أ إلى جهة ب كأن خط هـ أ نقله إلى خط هـ ب (١٧) حتى حصل مثلا على (١٨) نقطة ح

---

(١) سا ، د : انضافت .
(٢) سا : ما بقى .
(٣) ف ، سا ، د : وحده .
(٤) سا : مساو .
(٥) سا ، د : العرض .
(٦) [البعد ويسمى جميع القوس المشتملة على الحركات كلها] : غير موجود فى سا .
(٧) سا : المضعف .
(٨) سا : فإذا .
(٩) سا : للأوج .
(١٠) سا : علم .
(١١) ف : لتوهيم – وفى هامش ب : [لتوهيم] .
(١٢) [شكلا فقال] : غير موجود فى سا .
(١٣) سا : أ ب ح د .
(١٤) سا : والقمر .
(١٥) سا : فيقطع .
(١٦) ف : هـ حـ – وفى سا : د ح .
(١٧) سا : أ ب .
(١٨) سا : عليه .

وقطع من المائل لو توهم ساكناً قوس أ ب لكن النهاية الشمالية متحركة (١) فيكون (٢) قد صار بالحقيقة بين مركز التدوير وبين النهاية الشمالية قوس ط ب وهي (٣)



شكل (٨٨)

(بح يد) (٤) فبالحقيقة يكون قد قطع هذه (٥) القوس فيكون التدوير سار من الأوج قوس د ح فبين التدوير والشمالية (بح يد) وبين النهاية (٦) الشمالية وبين موضع الأوج (يا ط) فجميع ذلك (كد كح) (٧) وذلك ضعف مسير البعد الوسط لليوم الواحد أي ضعف (٨) فضل (٩) وسط القمر على وسط الشمس وهو (١٠) اثنى (١١) عشر جزءاً وإحدى عشرة دقيقة ونصف دقيقة بالتقريب (*) .

---

(١) ف : تتحرك فتكون متحركة .
(٢) سا : غير موجود .
(٣) سا : و .
(٤) سا : لح له .
(٥) سا : هافه .
(٦) سا : في الهامش .
(٧) سا : كد كح .
(٨) سا : غير موجود .
(٩) ف : غير موجود .
(١٠) سا ، د : وهي .
(١١) مه : اثنا .

(*) عند تطبيق النظريات المذكورة سابقا عن حركات القمرتين أنها تطابق أحوال القمر عند الاتصالات ، أمافيا عدا ذلك فإن القيمةالعددية للتعديل تكون أكبر مما تعطيهالنظريات .وكذلك إذا كانالقمر في الموضع الذى يفترض فيه التعديل خمس درجات (النهاية العظمى) تبين أنه يزيد على ذلك .

وإذا كان (١) الشمس والقمر فى الشهر يتقاطران مرة بالوسط ويجتمعان مرة (٢) وكل (٣) ذلك على الأوج فبين أنهما يربعان فى الشهر مرتين بالوسط والتدوير

ونتيجة لذلك ، فرض القدماء فلكا مائلا على البروج يتحد معه فى المركز ، ثم فلكا خارج المركز يقع فى مستوى الفلك المائل ، ثم فلك تدوير يتحرك مركزه على محيط الخارج المركز ويتبع القواعد الآتية :

إذا فرضنا أن الشمس ومركز تدوير القمر والأوج تقع كلها فى اتجاه واحد ، فبعد فترة من الزمن يحدث مايلى :

(١) يتحرك الأوج قوسا $س_{١}$ قدرها ٩َ ١١° فى اليوم

(٢) تتحرك الشمس فى الناحية الأخرى قوسا $س_{٢}$ قدرها ٢ $\frac{١}{٢}$َ ١° .

(٣) يسير مركز التدوير فى جهة سير الشمس قوسا قدره فى اليوم .

قوس الأوج + ضعف قوس الشمس .

= $س_{١}$ + ٢ $س_{٢}$ = ١٤َ ١٣°

∴ البعد بين الأوج ومركز التدوير = $س_{١}$ + ($س_{١}$ + ٢ $س_{٢}$)

= ٢ $س_{١}$ + ٢ $س_{٢}$

والبعد بين الشمس ومركز التدوير = $س_{١}$ + ٢ $س_{٢}$ − $س_{٢}$.

= $س_{١}$ + $س_{٢}$

أى أن البعد بين الأوج ومركز التدوير = ضعف البعد بين الشمس ومركز التدوير

أو = ضعف البعد بين الشمس والقمر

أو = ٢ (الحركة الوسطى للقمر − الحركة الوسطى للشمس)

فى شكل (٨٨) أ ب ـ المائل ومركزه نقطة هـ ، د ع الخارج ومركزه نقطة ر ، أ نقطة النهاية الشمالية . ولنفرض أن الأوج ومركز التدوير والشمس قد اجتمعا عند نقطة أ ، فبعد يوم واحد يحدث مايلى :

(١) يتحرك الأوج من أ إلى د .

(٢) يتحرك مركز التدوير من أ إلى ع .

(٣) تتحرك الشمس من أ إلى ط أى أن النهاية الشمالية أصبحت عند نقطة ط

∴ المسافة بين مركز التدوير ع والنهاية الشمالية ط = ع هـ^ ط = ١٤َ ١٣°

، المسافة بين النهاية الشمالية ط والأوج د = ٩َ ١١°

، المسافة بين مركز التدوير ع والأوج د = ٢٣َ ٢٤°

لكن الشهر القمرى يساوى ٢٩٫٥ يوم تقريبا .

∴ الحركة الوسطى للقمر − الحركة الوسطى للشمس = $\frac{٣٦٠}{٢٩٫٥}$ = ١٢َ ١٢°

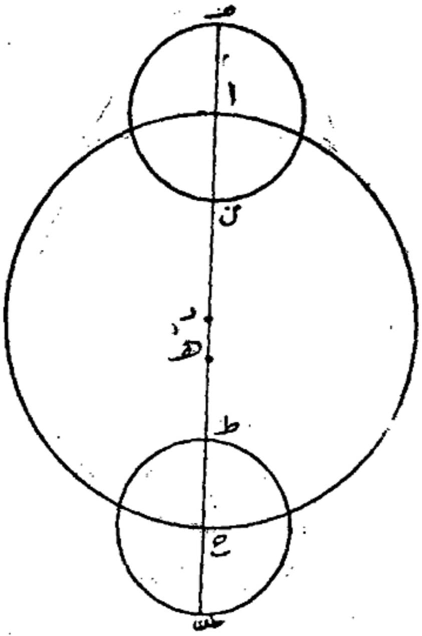
وهذا يساوى نصف المسافة بين مركز التدوير ح والأوج د .

(١) سا ، د : كانت .

(٢) سا ، د : [ومرة يجتمعان] بدلا من [ويجتمعان مرة] .

(٣) سا ، د : وكان .

على الحضيض وكلما دنا التدوير من الوسط رؤى [1] فضل الاختلاف أعظم لأن الزاوية [2] التى تحدث عند البصر عن الشيء الواحد بعينه تختلف فى العظم والصغر بحسب القرب والبعد فكلما كانت أبعد كانت أصغر وكلما كانت أقرب كانت أعظم وإذا كانت حركة التدوير على الخارج [3] ليست [4] بالقياس إلى مركزه بل بالقياس إلى مركز المائل فلا يلزمها [5] من الخارج تعديل آخر إلا المقدار الذى من التدوير وتأثير الخارج فيه هو القرب والبعد فقط مثلا إذا رسمنا على نقطة د [6] المقاطرة ا : ح [7] وعلى ا ، ح [8] فلكى [9] التدوير أحدهما عليه م ن



شكل (٨٩)

---

(١) سا : راى .
(٢) سا : الرؤية .
(٣) [على الخارج] : غير موجود فى سا .
(٤) سا : ليس .
(٥) ف : يلزمها .
(٦) ف : غير موجود .
(٧) ب : [ا ع] – وفى سا : [ل : ل ع] .
(٨) ف ، سا ، د : [ع] بدلا من [ا ، ع] .
(٩) سا : فليكن .

والآخر عليه ط س فلأن ه (١) نقطة على غير مركز الخارج لأن ه قد فرضناها مركز البروج ومرعليها وعلى مركزالخارج خط منقسم(٢) على ه (٣) فأطول الخطوط التى يمكن أن يقع فيها مارا على ه هو ه أ وأقصرها هو ه ح فلايرى (٤) إذاً غاية الفضل أصغر مما يكون (٥) عند ا ولا أعظم مما يكون (٦) عند ح وذلك عند الكسوفات والاجتماعات (٧) والاستقبالات وهذا (٨) عند التربيعات(**) .

---

(١) سا : غير موجود .

(٢) ف : مستقيم .

(٣) [على ه] : فى هامش ب – وفى ف : غير موجود .

(٤) سا : ترى .

(٥) ب : تكون .

(٦) ب : تكون .

(٧) سا ، د : وعند الاجتماعات .

(٨) سا : وهيا .

(**) نظرية (٣٠) : النهاية العظمى لاختلاف المنظر للقمر تكون عند التربيعات والنهاية الصغرى عند الاستقبالات والاتصالات والكسوفات .

البرهان : بما أن البعد بين الأوج ومركز التدوير = ضعف البعد بين الشمس والقمر . وبما أنه عند الاستقبالات والاتصالات والكسوفات يكون البعد بين الشمس والقمر = صفر أو ١٨٠°

∴ البعد بين الأوج ومركز التدوير = صفر أو ٣٦٠°

∴ تحدث هذه الظواهر عندما يكون مركز التدوير منطبقا على الأوج

أما عند التربيعات فإن البعد بين الشمس والقمر = ٩٠° أو ٢٧٠°

∴ البعد بين الأوج ومركز التدوير = ١٨٠°

∴ هذه الظواهر تحدث عندما يكون مركز التدوير منطبقا على الحضيض

وفى شكل (٨٩) نفرض م ق التدوير ومركزه عند الأوج ا ، ط س التدوير عندما كان مركزه عند الحضيض ح ، وليكن مركز البروج نقطة ه ، ومركز الخارج نقطة د

∵ ه ا نهاية عظمى لبعد مركز البروج عن مركز التدوير

∴ النهاية العظمى لاختلاف المنظر عند ا هى أصغر ما يمكن

وبما أن ه ح نهاية صغرى لبعد مركز البروج عن مركز التدوير .

∴ النهاية العظمى لاختلاف المنظر عند ح هى أكبر ما يمكن وهو المطلوب

فصــل

فى معرفة اختلاف القمر الكائن على حسب بعده من الشمس (١)

ثم شرع فى تبيين غاية هذا الاختلاف وذلك بأن عرف موضع القمر بموضع الشمس بمعرفة البعد بينهما بالآلة (٢) المذكورة وحين كان قريبا من التربيع (٣) فى وقت كان قريباً من وسط السماء فلم يكن له اختلاف منظر وكان حسب فوجد القمر من تدويره عند الخط المماس من البصر وليس من رصد واحد بل من أرصاد متوالية له ولأبرخس (٤) فلما عرف موضعه (٥) وجده مخالفاً للوسط بأكثر من غاية التعديل الذى وجد أولا إذ كان الذى وجد أولا خمسة أجزاء والآن فقد كان يجده سبعة أجزاء وثلثين أما فى الرصد الذى ذكره لنفسه فكان التعديل الناقص بهذا القدر (٦) وأما(٧) فى الرصد (٨) الذى ذكره لأبرخس(٩) فكان التعديل الزائد بهذا القدر فصح له من ذلك إصابته فى الحدس المتقدم فطلب من ذلك أن يعرف نسبة الخط الواصل بين المركزين إذ صح له من هذا أن حركة مركز التدوير هى (١٠) على فلك خارج المركز (١١) فليكن فلك تدوير ط ر على حـ الحضيض من خارج مركز أ ب حـ الذى حول د وإذا لم يكن هناك اختلاف منظر فليكن هـ مركز البروج وهو نقطة البصر ونخرج هـ ط ب مماساً للتدوير على ط وعلى هـ ب عمود حـ ط وزاوية حـ هـ ب معلومة بغاية (١٢) الاختلاف وزاوية ط القائمة معلومة و : حـ هـ (١٣) من المثلث معلوم

---

(١) [فصل فى معرفة اختلاف القمر الكائن على حسب بعده من الشمس] . : غير موجود فى سا ، د .

(٢) ب : بآلة . (٣) سا : المربع .

(٤) سا : ولانرجس .

(٥) ف : موضع .

(٦) [أما فى الرصد الذى ذكره لنفسه فكان التعديل ناقصا بهذا القدر] : فى هامش ف .

(٧) ف : أما .

(٨) سا ، د : [بالرصد] بدلا من [فى الرصد] .

(٩) سا : لا ترجس .

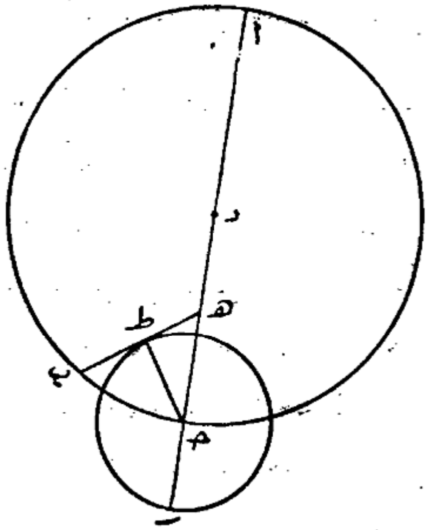
(١٠) سا : هاذه .

(١١) ف : غير موجود .

(١٢) سا : لغاية .

(١٣) سا ، د : [ف : حـ هـ]

النسبة إلى حـ ط وكان (١) د حـ (٢) معلوما (٣) بالنسبة (٤) ف . د هـ



شكل (٩٠)

معلوم النسبة (٥) من د حـ وخرج على نسبة ى ط (٦) إلى لط كب (٧) وأنا أقول إن المعلوم بالحقيقة فيما (٨) سلف هو ما بين سطح الأفق ومركز التدوير لا ما بين (٩) مركز الأرض وبينه (١٠) فإن (١١) الزاوية تكون هناك أصغر لكن (١٢) نسبة نصف قطر الأرض قد يمكن علمه (١٣) فيزاد على ذلك القدر (١٤) (*) .

(١) ف : فكان .

(٢) سا : د ع .

(٣) سا ، د : معلوم .

(٤) سا ، د : النسبة .

(٥) سا : غير موجود .

(٦) سا : ى يط .

(٧) سا : طل كب .

(٨) ف : هما .

(٩) سا ، د : [من] بدلا من [ما بين] .

(١٠) سا : غير موجود .

(١١) ف : وإن

(١٢) سا : لأن .

(١٣) سا : علمها .

(١٤) سا ، د : والله أعلم .

(*) تعيين البعد بين مركز البروج ومركز الخارج : فى شكل (٩٠) ا ب حـ الخارج ومركزه نقطة د ، ومركز البروج نقطة هـ . ولنفرض فلك تدوير القمر ط ر ع ومركزه نقطة حـ حيث حـ عنه الحضيض بالنسبة إلى الخارج المركز

فصـــل

فى معرفة الناحية التى يحاذيها فلك تدوير القمر (١)

ثم إن بطليموس لما واتر مراعاة الأرصاد وجد اختلافا ثالثاً يعرض عند التثليث والتسديس استدل (٢) به على أن قطر فلك التدوير الواصل بين أوجه وحضيضه ليس محاذياً لا لمركز البروج ولا لمركز الخارج ولكن (٣) لنقطة بعدها من مركز البروج مما يلى الحضيض من الخارج قريب (٤) من بعد ما بين المركزين ومعنى هذه المحاذاة هو أن (٥) مركز التدوير إذا كان على الأوج أو (٦) الحضيض من الخارج انطبق قطره على قطر الخارج المار بهما من الخارج فصارا (٧) خطا واحدا مستقيما (٨). فإذا زال المركز عن تلك النقطة من الحامل افترق الخطان لا على الموازاة لكن على هيئة توجب بينهما التقاء محفوظاً فى داخل الحامل لو أخرج قطر التدوير

والمطلوب تعيين البعد د هـ

نرسم المستقيم هـ ط ب مماسا للتدوير ونصل حـ ط

فى هذا الموضع بينت الأرصاد أن القمر يكون واقعا على المماس للتدوير أى عند نقطة ط .

∴ التعديل ط هـ^ حـ نهاية عظمى قيمتها معلومة

وفى المثلث ط هـ حـ : زاوية هـ معلومة ، زاوية ط = ٩٠°

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{\text{هـ حـ}}{\text{حـ ط}}$

لكن $\frac{\text{نصف قطر الخارج}}{\text{نصف قطر التدوير}}$ نسبة معلومة أى أن $\frac{\text{د حـ}}{\text{حـ ط}}$ معلومة

∴ $\frac{\text{د هـ}}{\text{حـ ط}}$ معلومة ∴ $\frac{\text{د هـ}}{\text{د حـ}}$ معلومة

وهذه هى نسبة البعد المطلوب د هـ إلى نصف قطر الخارج

(١) [فصل فى معرفة الناحية التى يحاذيها فلك تدوير القمر] : غير موجود فى سا ، د .

(٢) ف : استدلك .

(٣) سا ، د : بل .

(٤) سا ، د : قريبة .

(٥) ف : أن يكون .

(٦) سا ، د : أو على .

(٧) سا : فصار .

(٨) ف : غير موجوده .

على الاستقامة وذلك الالتقاء لا يكون على نقطتى المركزين بل على نقطة أخرى ويلزم (١) ذلك الالتقاء إلى أن يعود إلى الانطباق فيكون طرف قطر التدوير يحفظ دائماً محاذاة تلك النقطة ومسامتها وأما (٢) كيفية الوصول إلى معرفة هذا (٣) الاختلاف فبأرصاد منها رصدان (٤) لأبرخس أحدهما رصد فيه بالآلة المذكورة (٥) البعد بين الشمس والقمر ولم يكن للقمر اختلاف منظر فى الطول وذلك لأنه كان فى تسعة أجزاء وثلثين من الحوت (٦) ووسط الشمس فى (٧) أربعة أجزاء من القوس وذلك يوجب (٨) بالأسكندرية أن يكون (٩) ما بين (١٠) موضع القمر والطالع (١١) قريباً من تسعين جزءاً فتكون القوس المارة بسمت الرأس وبمركز القمر تمر بقطبى (١٢) فلك (١٣) البروج فيكون لا يفعل (١٤) اختلافا فى الطول بل إن كان ولابد فى العرض وكان القمر مغرباً (١٥) عن الشمس (١٦) فكان موضع الشمس المرئى فى الثور (ر مه) وموضع القمر المرئى (كا م) من الحوت وبالحقيقة (كا كرل) (١٧)

---

(١) سا ، د : ويدوم .

(٢) سا ، د : فأما .

(٣) سا : هاذا .

(٤) سا : لأن .

(٥) [بالآلة المذكورة] : فى هامش ب

(٦) سا ، د : العقرب .

(٧) سا : غير موجود .

(٨) ب : غير موجود .

(٩) ب : تكون .

(١٠) ب : إما .

(١١) ب : غير واضح .

(١٢) سا : نقطى .

(١٣) سا ، د : غير موجود

(١٤) ب : غير واضح .

(١٥) ب : غير واضح .

(١٦) ب : الشمس فلما حقق — [البعد بين الشمس والقمر ولم يكن للقمر اختلاف منظر فى الطول وذلك لأنه كان فى تسعة أجزاء وثلثين من الحوت ووسط الشمس فى أربعة أجزاء وذلك بالاسكندرية أن تكون ما بين موضع القمر والطالع قريبا من تسعين جزءا فتكون القوس المارة بسمت الرأس وبمركز القمر تمر بقطبى فلك البروج فيكون لا يفعل اختلافا فى الطول بل إن كان ولابد فى العرض وكان القمر مغربيا عن الشمس فلما حقق] : فى هامش ب وغير موجود فى سا .

(١٧) ف : كا كوله .

من الحوت وكان البعد الحقيقي بين القمر والشمس (سيحمب) والبعد بينهما بالوسط (سيد كح) وكان موضع القمر بالمسير الوسط في الحوت (كب يح) وكان بعده من البعد الأبعد الوسط [(1)] من فلك تدويره (قيه ل) [(2)] فلما حقق موضع الشمس وحقق وسط القمر واختلافه وتعديله وجد الوسط يجب أن يكون قد تقدم في توالي البروج مكانه المحقق بالرصد حتى كان التعديل ناقصاً وكان المركز من التدوير في قريب من الوسط بين الأوج والحضيض من الخارج وكان مسير الاختلاف يجب أن يكون فوق نصف دائرة من الأوج وهذا يوجب أن يكون التعديل زائداً لا محالة. وكان قد وجد ناقصاً كأنه لم يستوف بعد عن أوج التدوير نصف دائرة فوجب أن يكون هناك أوج في الحامل ثابت لم يبعد عنه بنصف دائرة والأوج الذي كان قبل أوجا وبعد عنه نصف دائرة [(3)] قد زال الآن فليس بالأوج المرئي إذا [(4)] كان مكان القمر إلى المغرب من الحضيض المرئي وإلى المشرق من الحضيض الوسط الذي الحساب الوسط بالقياس إليه فيكون الحضيض الوسط قد تخلف [(5)] في توالي البروج عن الحضيض المرئي [(6)] مجموع ما يوتره [(7)] بعد القمر عن الحضيض الوسط وما يوتره [(8)] بعد القمر عن الحضيض [(9)] المرئي ولو كانت محاذاته [(10)] لنقطة [(11)] هي مركز البروج لله عرض هذا ثم [(12)] بين [(13)] موضع تلك النقطة

---

(1) ف : للأوسط .

(2) ف : قه، ل - [فكان موضع الشمس المرئي في الثور (ر مه) وموضع القمر المرئي (كا م) من الحوت وبالحقيقة (كا كو ل) من الحوت وكان البعد الحقيقي بين القمر والشمس (سيحمب) والبعد بينهما بالوسط (سيد كح) وكان موضع القمر بالمسير الوسط في الحوت (كب يح) وكان بعده من البعد الأبعد الوسط من فلك تدويره (قيه ل)] : غير موجود في سا ، د ، ل

(3) [والأوج الذي كان قبل أوجا وبعد عنه نصف دائرة] : غير موجود في سا ، د .

(4) ف ، سا ، د : إذ .

(5) سا : تختلف .

(6) سا : [الذي] بدلا من [المرئي] .

(7) سا : ما يؤثره .

(8) سا : ما يؤثره .

(9) [الوسط وما يوتره بعد القمر عن الحضيض] : في هامش ف .

(10) ف : بين السطرين .

(11) ب ، ف : [لنقطة محاذاته] بدلا من [محاذاته لنقطة] .

(12) ب : غير واضح .

(13) سا ، د : يبين .

بشكل فقال (١) فليكن فلك أ ب جـ (٢) الخارج حول د وقطره المار بمركز فلك البروج وهو هـ خط أ د حـ (٣) و : أ أوج و : حـ حضيض وفلك ر حـ ط للتدوير حول ب (٤) يتحرك من ب مثلا إلى أ قوس قطع مركز فلك (٥) التدوير والقمر يتحرك من ر إلى ح ثم إلى (٦) ط (٧) ولنصل د ب وأيضاً هـ ب (٨) يقطع التدوير على ط وهو (٩) الحضيض المرئى لكن بعد القمر من الشمس بالوسطين معلوم وضعفه (١٠) معلوم (١١) وهو بعد الأوج من مركز التدوير فى توالى البروج وقد كان البعد ثلثمائة وخمسة عشر وشىء فضعفه أكثر من دائرة فيسقط من ضعفه دورة يبقى الباقى معلوما لكنه بالوسط (١٢) معلوم لا بالقياس إلى الدائرة الحاملة بل المائلة الموافقة فزاوية أ هـ ب معلومة إذ هى على مركز المائل ولأن (١٣) زاوية أ هـ ب توتر (١٤) أقل من الربع فهى (١٥) حادة فإذا خرج من د عمود (١٦) على هـ ب وقع داخل المثلث ر ليكن د ك فمثلث د هـ ك (١٧) معلوم النسب بسبب زاوية (١٨) د هـ ك المعلومة وقائمة ك ف : د ك معلوم من

---

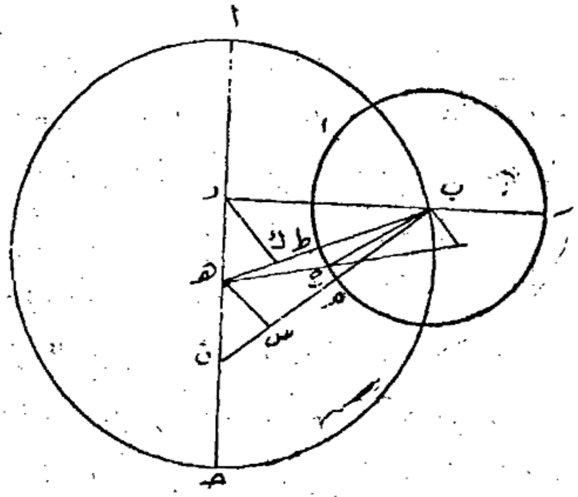
(١) سا : غير موجود .
(٢) سا : أ ب جـ أ .
(٣) ف : أ د ع - [وقطره المار بمركز فلك البروج وهو هـ خط أ د حـ] غير موجود فى سا .
(٤) ف : د - [حول ب] : غير موجود فى سا .
(٥) سا : غير موجود .
(٦) سا : غير موجود .
(٧) سا : ط هـ .
(٨) [وأيضا هـ ب] : مكرر فى سا
(٩) سا : هو .
(١٠) سا ، د : فضعفه .
(١١) [وضعفه معلوم] : غير موجود فى ف .
(١٢) سا : لوسط .
(١٣) سا : فلأن .
(١٤) سا : تؤثر .
(١٥) ف : وهى .
(١٦) سا : عمود د أ .
(١٧) سا ، د : هـ دك .
(١٨) ف : فى الهامش .

د ه (١) بل من د ب فيصير ك ب أحد ضلعى القائمة معلوماً ف : ه ب معلوم وليكن القمر على ج (٢) ونصل ه ح وعلى ه ح من ب عمود ب ل نلأن القائمة معلومة وزاوية ب ه ل التى لغاية (٣) التعديل (٤) قد (٥) عرفت (٦) من المكان الحقيقى بالرصد والمكان الوسط بالحساب ومبلغ التفاوت بينهما معلوم فمثلث ب ه ل معلوم النسب ولنصل ب ح (٧) فلأن ب ح ، ب ل من مثلث ب ح ل (٨) معلومان و : ل قائمة فزاوية ب ح ل معلومة تبقى زاوية ط ب ح معلومة فقوس ط ح وهو بعد ما بين القمر والحضيض المرئى معلوم لكن بعد القمر فى الاختلافات عن الحضيض الوسط معلوم فليكن الحضيض الوسط وهو يتقدم ح(٩) فى (١٠) توالى البروج بالحساب نقطة م ولنصل ب م ونخرجه على الاستقامة فيلقى لا محالة كما تعلمه عن قريب خط أ ح وليكن على ن(١١) ونخرج من ه عمود ه س فيقع داخل المثلث لأن زاوية أ ه ب كانت حادة و : ه ن س (١٢) الداخلة حادة ولأن قوس ط ح معلومة وقوس ح م معلومة (١٣) وهى ما بين الحضيض(١٤) الوسط (١٥) وموضع الكوكب قد علمت بسير الاختلاف (١٥) الوسط فقوس ط م معلومة فزاوية ه ب س(١٦) معلومة و : س قائمة وخط ه ب معلوم ف : ه س

---

(١) سا : د .
(٢) ف : حـ
(٣) سا ، د : غير موجود .
(٤) سا ، د : للتعديل .
(٥) سا : ما .
(٦) سا : عرف .
(٧) سا ، د : ب ع ، ب ل .
(٨) ف : ب ع ن .
(٩) سا ، د : [أبعد من حـ] بدلا من [يتقدم ع]
(١٠) سا : فمن
(١١) ف : غير واضح — وفى ب ، د : ر
(١٢) ف : [فـ : ه ن ش] — وفى سا : (فـ : ه ى س)
(١٣) ب ، ف : غير موجود
(١٤) سا ، د ، هامش ب : الأوج
(١٥) سا : والوسط
(١٦) ف : اختلاف

معلوم فمثلث(١) هـ ب س معلوم النسب ولأن زاوية أ هـ ب معلومة(٢) تبقى(٣) زاوية (٤) هـ ن ب (٥) معلومة و : س قائمة فمثلث س هـ ن (٦) معلوم



شكل (٩١)

النسب ونسبة هـ ن (٧) إلى هـ س ثم إلى هـ ب ثم إلى هـ د معلومة(*) وخرج

(١) سا : ب س (٢) ب : فزاوية

(١) [ف : هـ س معلوم فمثلث هـ ب س معلوم النسب ولأن زاوية أ هـ ب معلومة] : غير موجود فى سا

(٣) سا : يبقى

(٤) سا : غير موجود

(٥) سا : س هـ ر

(٦) سا ، د : س هـ ر

(٧) ف : هـ ب — وفى سا ، د : هـ ر

(*) الاختلاف الثالث للقمر : لما رصد بطليموس القمر وجد اختلافا ثالثا لموضعه يظهر بوضوح عند التثليث والتسديس . واستنتج من ذلك أن قطر فلك التدوير الواصل بين أوجه وحضيضه لا يمر حينئذ بمركز البروج ولا بمركز الخارج بل يمر بنقطة تقع بين مركز البروج وحضيض الخارج

وبعد هذه النقطة عن مركز البروج = البعد بين مركزي البروج والخارج

ففي شكل (٩١) ا ب حـ هو الخارج ومركزه نقطة د ، ومركز البروج نقطة هـ ، والخط المار بالمركزين ا د هـ حـ يحدد أوج الخارج ا وحضيضه حـ . وليكن ر ع ط التدوير ومركزه نقطة ب ، ولنفرض أن القمر عند نقطة ع . نصل هـ ب ليقطع التدوير فى نقطة ط فتكون ط هى الحضيض المرئى ، أما الحضيض الوسط فيمكن معرفته من حركات القمر وليكن نقطة م .

نصل ب م ونمده ليقطع ا حـ فى ن ، فتكون المسافة هـ ن هى المطلوبة

نصل د ب ، هـ ح و نغزل الأعمده د ك على هـ ب ، ب ل على هـ ع ، هـ س على ب م

بالحساب أنه إذا كان د ه (ى يط) (١) كان ه ن (٢) (ى يح) فيقع التقاطع

من الحركتين الوسطيين للقمر والشمس يمكن معرفة بعد القمر عن الشمس ، وضعف هذه القيمة يعطي البعدين الأوج ا ومركز التدوير ب على توالى البروج ، أى زاوية ا حـ ب

وكان البعد فى رصد بطليموس بين القمر والشمس أكبر من ٣١٥°

∴ البعد ا حـ ب > ٦٣٠ − ٣٦٠ أى > ٢٧٠°

∴ زاوية ا د ب حادة ومعلومة

فى المثلث د ه ك : زاوية ه معلومة ، زاوية ك = ٩٠°

∴ يمكن معرفة النسبة د ك / د هـ أو د ك / د ب

∴ ك ب / د ب معلومة ∴ هـ ب / د ب معلومة

وفى المثلث ب ه ل : زاوية ه = تعديل القمر ع = معلومة ، زاوية ل قائمة

∴ النسبة ب ل / هـ ب معلومة لكن ب ل / هـ ب = ب ل / د ب · د ب / هـ ب

وقد عرفنا سابقاً هـ ب / د ب ∴ ب ل / د ب تصبح معلومة

وفى المثلث ب ع ل : ب ع / ب د ، ب ل / د ب معلومتان

∴ نعلم زاوية ع ب ل ومن ذلك زاوية ط ب ع

لكن زاوية ع ب م معلومة لأنها بعد القمر ع عن الحضيض الوسط م

∴ زاوية ط ب م تصير معلومة

∴ فى المثلث القائم ه ب س نعرف نسبتى هـ س / هـ ب أو هـ س / د ب

∴ فى المثلث القائم ه س ق : ه ق̂ س = ا ه ب − ه ب س = معلومة

والنسبة هـ س / د ب معلومة

∴ نعلم النسبة هـ ق / د ب وهو المطلوب

ومن الحسابات خرج ه ق = د ه تقريبا

(١) سا : يح ط

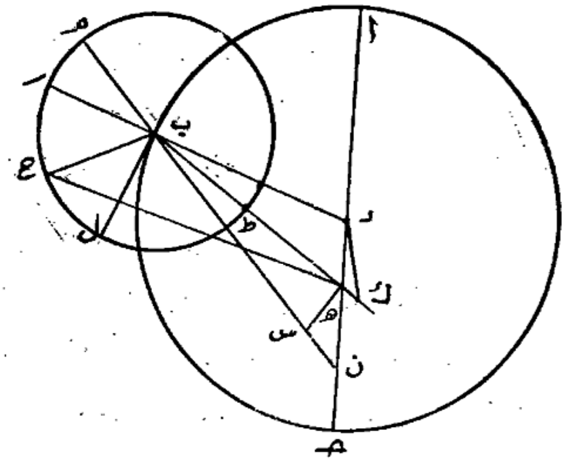
(٢) سا : د ر

فى داخل الخارج المركز أعنى تقاطع خطى أ حـ ، ب ن (١) فقد بان تحقيق هذه المحاذاة من جهة الحضيض فى هذا الرصد قال ونحن نتبين (٢) مثل ذلك من جهة الأوج فاعتمد رصدا لأبرخس (٣) بجزيرة رودس قد وجد (٤) فيه بالسبيل المذكورة أن وسط القمر متخلف (٥) عن موضعه المحقق إذ كان الحساب يوجب أن يكون من الأسد على (كر ك) (٦) وكان بالرؤية من الأسد على (كط) (٧) وكان مقاربا لوسط السماء ليس له اختلاف منظر فى الطول وكان بعده (٨) عن الأوج المرئى (٩) دون الذى يجب فى الحساب على الأصول التى سلفت وتحققت فبين الأشياء التى بينها بالشكل الأول على ذلك المنهاج لا تخالفه (١٠) إلا فى نقطة ح (١١) عند الأوج ويقع عمود ب ل دون ح (١٢) وعمود د ك (١٣) إلى الجانب الآخر وعرف زاوية د هـ ك فعرف د ك ، ك هـ ، ك ب (١٤) فعرف (١٥) هـ ب وقد عرفت زاوية ب هـ ح (١٦) الباقة وزاوية ل القائمة فعرف (١٧) نسب أضلاع وزوايا مثلث (١٨) هـ ب ل وضلعا ب ل ، ب ح معلومان وزاوية ل قائمة فعرف (١٩) زاوية ب ح ل (٢٠)

---

(١) ف : أ حـ ب ر – وفى سا : ى أ حـ ب ر
(٢) سا : نبين
(٣) سا : لا ترجس
(٤) ف : فوجد
(٥) سا : متخلفا
(٦) سا : كط
(٧) سا : ل ط
(٨) سا : تعديله
(٩) بين السطرين فى هـ : تعديله
(١٠) سا : لا يخالفه
(١١) سا : ج
(١٢) سا : ج
(١٣) سا : د ل
(١٤) [وعرف زاوية د هـ ك فعرف د ل ، ل هـ ، ل ب] : غير موجود فى سا
(١٥) سا : فيعرف
(١٦) ف : هـ ب ع
(١٧) سا : فيعرف
(١٨) ف : مثلثه
(١٩) سا : فيعرف
(٢٠) سا : ع ب ل

وجميع ه ب ح فتبقى(١) ح ب ر من القائمتين معلوما(٢) فعرف قوس ح ر وكان عرف قوس ح م وهو(٣) البعد عن البعد(٤) الأوسط(٥) الأول بالحساب فعرف(٦) قوس ز م وزاوية ر ب م بل ه ب ن(٧) ثم يعرف سائر الباقية كما عرفت(٨) وقد خرج



شكل (٩٢)

أنه إذا كان د ه : (ى يط) يكون ه ن : (ى ك)(٩) وبالجملة قريبا من د ه إذ كان أزيد بقريب مما كان أنقص وكانت الأرصاد المتتالية توجب هذه(١٠) النسبة فعلم أن هذه المحاذاة محفوظة لا تتغير(١١) (*) .

---

(١) سا : يبقى
(٢) سا : معاومة
(٣) ب ، سا : وهى
(٤) سا : غير موجود
(٥) سا : الوسط
(٦) سا : فيعرف
(٧) سا : بل ه
(٨) سا ، د : قد عرفت
(٩) ف : [ه ن : ى كب] - وفى سا : د ر ه ى ك
(١٠) سا : هاذه
(١١) سا : لا يتغير
(*) مناقشة الاختلاف الثالث فى وضع آخر للقمر : أخذ بطليموس رصدا لإبرخس بجزيرة رودس حيث كان الموضع المرئى للقمر عند ٢٩° من برج الأسد ، وبالحساب عند ٢٠′ ٢٧° من برج الأسد ، وكان بعده عن الأوج المرئى أقل من الحساب
فى شكل (٩٢) ا ب ح الخارج ومركزه نقطة د ، ومركز البروج نقطة ه ، وفلك التدوير

فصل

كيف يعلم مسير القمر الخفي من حركاته المستوية بطريق الخطوط[1]

ثم بين أنه كيف يستخرج تعديل القمر من مسيراته الوسطى الجزئية بطريق الهندسة حتى يعرف[2] موضعه المحقق فقال[3] إنه [4] يمكن أن يعرف هذا من الشكل الذي وضعناه بأن يحاول فيه ضربا[5] من عكس البيان بأن تضع زاوية أ ه ب معلومة و زاوية م ب ح معلومة ونخرج مكان عمود ه س عمود ن س[6] على ه ب ومكان ب ل عمود ح ل على ه ب[7] فنعلم نسب مثلث ك د ه من القائمة ومن[8] زاوية[9] ك ه أ الباقية[10] ثم نعلم نسب مثلث ك د ب من معرفة د ب[11] ومعرفة ك د ومعرفة القائمة فيصير ه ب معلوما ومثلث س ه ن [12] مساو ومشابه[13]

د ع ط و مركزه نقطة ب . و ليكن القمر عند نقطة ع ، والأوج الوسط عند م ، ونصل م ب ليقابل أ ح ف ن

والمطلوب تعيين قيمة ه ن .

ننزل الأعمدة د ك على ه ب ، ه س على م ب ن ، ب ل على ه ع

ففي المثلث د ه ل : زاوية ل = ٩٠ ، زاوية د ه ل = ١٨٠ - أ ه ب = معلومة

وباتباع نفس الخطوات السابقة نستنتج أن :

ه ن = د ه تقريباً

(١) [فصل كيف يعلم مسير القمر الخفي من حركاته المستوية بطريق الخطوط] : غير موجود في سا ، د

(٢) ف : يعلم

(٣) سا ، د : قال

(٤) سا ، د : غير موجود

(٥) سا ، د : ضرب

(٦) سا ، د : ر س

(٧) سا ، د : ه ب ر

(٨) ف : غير موجود

(٩) سا : غير موجود

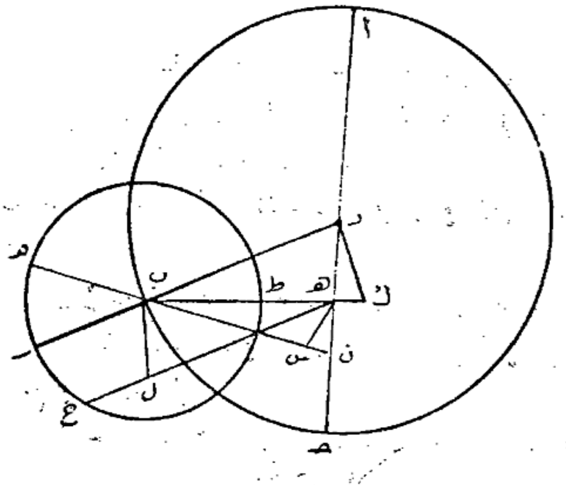
(١٠) سا : القائمة

(١١) سا : ك ب

(١٢) سا ، د : س ه ر

(١٣) سا : مشابه

لمثلث(١) ك د هـ و : هـ س(٢) مثل هـ ك(٣) فنعلم(٤) باقى س ب(٥) ومثلث
ب س ن(٦) وزاوية هـ ب ن(٧) أعنى م ب ر بل(٨) قوس(٩) م ر معلومة



شكل (٩٣)

وقوس م ح معلومة فقوس ر ح معلومة (١٠) فزاوية (١١) ر ب ح(١٢)
معلومة و : ح ل ب (١٣) قائمة فوتر ب ل معلوم فجميع هـ ل(١٤) معلوم و : ل ح

---

(١) سا : المثلث
(٢) ف : [و : ر س] – وفى سا ، د : [و : ب س]
(٣) ف ، سا ، د : د ك
(٤) سا : فيعلم
(٥) سا : هـ س
(٦) ف : غير واضح – وفى سا : هـ س
(٧) سا : غير واضح
(٨) سا : م ب ، ر ب ل
(٩) سا : غير موجود
(١٠) [وقوس م ع معلومة فقوس ر ع معلومة] : غير موجود فى سا
(١١) سا ، د : وزاوية
(١٢) سا ، د : ر ب ع المقاطعة لزاوية ك د ب
(١٣) سا : [و : ح ل]
(١٤) ف : هـ د

كان من مثلث ب ل حـ معلوما ف : هـ ح (1) و زاوية ل هـ ح (2) لفضل التعديل معلومة(*) .

---

(١) سا : [فـ : د ع]

(٢) سا : ر هـ ع

(*) تعيين الموضع المرئى (أو المحقق) للقمر من مسيراته الوسطى

المعلوم هنا هو بعد مركز التدوير عن أوج الخارج وبعد القمر عن الأوج الوسط أو عن الحضيض الوسط -- ولكى نعين الموضع المرئى يكفى أن نعرف التعديل

فى شكل(٩٣) أ ب حـ الخارج ومركزه نقطه د ، م ر ع التدوير ومركزه نقطة ب ، ومركز البروج نقطة هـ .

نأخذ هـ ن = د هـ ، ونصل ن ب ، ونمده إلى م على محيط التدوير . ثم نصل هـ ب ونمده إلى ر على محيط التدوير ، ونفرض أن القمر عند نقطة ع . ننزل الأعمده د ك ، ن س ، ع ل على هـ ب

والمطلوب تعيين زاوية ع هـ ب التى هى التعديل

فى مثلث ك د هـ : زاوية ك = ٩٠° ، زاوية د هـ ك = ١٨٠ - أ هـ ب = معلومة

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{\text{د ك}}{\text{د هـ}}$ التى تساوى $\frac{\text{د ك}}{\text{د ب}} \cdot \frac{\text{د ب}}{\text{د هـ}}$

لكن $\frac{\text{د ب}}{\text{د هـ}}$ معلومة

∴ يمكن معرفة $\frac{\text{د ك}}{\text{د ب}}$. وكذلك نعرف $\frac{\text{ك هـ}}{\text{د هـ}}$ أو $\frac{\text{ك هـ}}{\text{د ب}}$

فى المثلث ك د ب : زاوية ك = ٩٠° ، والنسبة $\frac{\text{د ك}}{\text{د ب}}$ معلومة

∴ نعرف النسبة $\frac{\text{ك ب}}{\text{د ب}}$

ومن ذلك نعرف $\frac{\text{ك هـ} + \text{ك ب}}{\text{د ب}}$ أى النسبة $\frac{\text{هـ ب}}{\text{د ب}}$

لكن المثلثان د ك هـ ، ن هـ س متشابهان ، د هـ = هـ ن

∴ ك هـ = هـ س

أى أن $\frac{\text{ك هـ}}{\text{د ب}} = \frac{\text{هـ س}}{\text{د ب}}$

∴ النسبة $\frac{\text{س ب}}{\text{د ب}} = \frac{\text{هـ ب} - \text{هـ س}}{\text{د ب}}$ معلومة

وكذلك النسبة $\frac{\text{ن س}}{\text{د ب}} = \frac{\text{ك د}}{\text{د ب}}$ معلومة

فصل

فى معرفة عمل جداول لجميع اختلاف القمر(١)

فلما عرف الوجه فى تحقيق هذا التعديل بطريق الخطوط وضع جداول لجملة اختلاف القمر فرتب (٢) صفين أحدهما من واحد إلى مائة وثمانين للزيادة والآخر(٣) عكسه ورتب فى الصف الثالث تعديل الأوج لفلك التدوير على منازل مركز التدوير من أوج الخارج أنه فى كل منزل كم تكون زاوية تعديل الأوج ورتب فى الصف الرابع تعديل الاختلاف الأول كان القمر مثلا مركز تدويره على أوج الخارج ثم القمر يسير فى اختلافه فوضع لكل قدر من مسيره فى الاختلافات تعدياه الذى له وهذا هو التعديل الذى يخصه (٤) فى(٥) فى المقابلات(٦) والكسوفات ورتب فى الصف الخامس زيادات(٧) التعاديل اللاحقة بسبب كون مركز التدوير للقمر

∴ فى المثلث ب س ق : زاوية س = ٩٠ ، والنسبتان (س ب / د ب) ، (ق س / د ب) معلومتان

∴ نعرف الزاوية ه ب ق = م ب ر

لكن زاوية م ب ع معلومة ∴ زاوية ر ب ع معلومة

فى المثلث ب ل ع : زاوية ل = ٩٠ ، زاوية ر ب ع معلومة

∴ يمكن معرفة النسب (ع ل / ع ب) ، (ب ل / ع ب) أو (ع ل / د ب) ، (ب ل / د ب)

∴ نعرف النسبة (هـ ب / د ب) + (ب ل / د ب) = (هـ ل / د ب)

∴ فى المثلث ع ل هـ : زاوية ل = ٩٠ ، والنسبتان (ع ل / د ب) ، (هـ ل / د ب) معلومتان

∴ يمكن معرفه زاوية ب هـ ع وهى التعديل المطلوب

(١) [فصل فى معرفة عمل جداول لجميع اختلاف القمر] : غير موجود فى سا ، د
(٢) سا : قريب
(٣) ب ، ف : والأخرى
(٤) سا : تخصه
(٥) سا ، د : غير موجود
(٦) سا ، د : المقابلات والمقارنات
(٧) سا : زيادة

على الحضيض فوضع مركز التدوير على الحضيض(١) وسير القمر في اختلافه وكتب ما يلحق مسيره هذا من زيادة تعديل الاختلاف على تعديله المكتوب في الصف الرابع وهذا التعديل هو ما يلحق عند التربيعات ولما كان مركز التدوير قد لا يكون على أحد البعدين المختلفين بل فيما بين ذلك فتعاطى بيان ما يلحق ذلك من زيادة التعديل فوضع أولا لبيان ذلك شكلا على قياس ما سلف فقال(٢) لتكن(٣) أجزاء البعد (٤) معلومة وهي(٥) ستون مثلا(٦) فتكون زاوية أ ه ب ضعف(٧) البعد(٨) ولنخرج خط ه م ن(٩) مما سا على م فمثلث ه د ل القائم الزاوية تعلم نسبته ولأن د ب معلوم يصير عن قريب كما قد(١٠) عرفت ه ب معلوما و: ب م العمود على المماسة معلوم فزاوية ب ه م معلومة وهي زاوية غاية فضل التعديل عند(١١) بعد مائة وعشرين زائدا على غاية التعديل البسيط بجزء وثلاث وخمسين دقيقة وكان زيادة هذا التعديل عند الحضيض جزءين وتسعا(١٢) وثلاثين (١٣) دقيقة(١٤) فإذا كان جزءان وثلثا(١٥) جزء(١٦) ستين (١٧) يكون هذا مب(١٨) دقيقة (لح)

(١) [فوضع مركز التدوير على الحضيض] : غير موجود في سا

(٢) سا : غير موجود

(٣) سا : فليكن

(٤) سا ، د : التعديل

(٥) سا : غير موجود

(٦) سا : وسيين

(٧) سا : ضعفاً

(٨) (معلومة وهي ستون مثلا فتكون زاوية ا ه ب ضعف البعد) : في هامش ب ولكنها غير واضحة فيما عدا كلمتي (معلومة) و (زاوية)

(٩) سا : ه م ر

(١٠) سا ، د : غير موجود

(١١) سا : عن

(١٢) ب : وتسعة — وفي سا : غير موجود

(١٣) سا : وثلثين

(١٤) سا : غير موجود

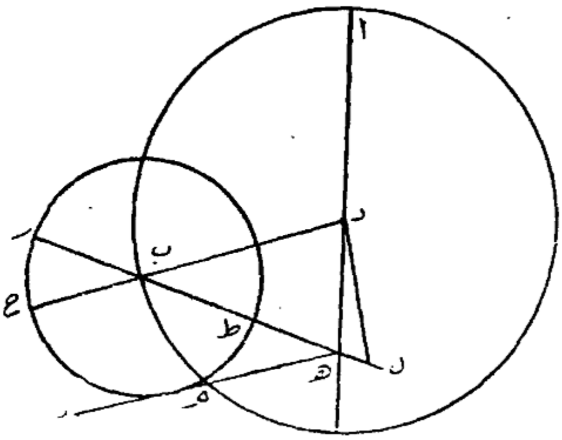
(١٥) سا : وثلثي

(١٦) سا : غير موجود

(١١) سا : شيئين

(١٨) سا : اثني وثلثي

ثانية(١) فأثبت(٢) هذا بإزاء مائة وعشرين(*) وكذلك سائر ما يجرى مجراه



شكل (٩٤)

---

(١) [لج ثانية] : غير موجود فى سا

(٢) ف : فيثبت — وفى سا ، د : فثبت

(*) طريقة عمل جداول لاختلافات القمر :

عمل بطليموس جداول للقمر تبين ما يلى :

١ — موقع مركز التدوير إبتداء من أوج الخارج

٢ — تعديل أوج التدوير فى كل موقع أى الفرق بين الأوج المرئى والأوج الوسط

٣ — تعديل الاختلاف الأول وذلك بأن أخذ مركز التدوير عند أوج الخارج وحسب التعديل اللازم لموضع القمر فى كل نقطة من فلك التدوير

٤ — زيادة التعديل اللاحق عندما يكون مركز التدوير عند حضيض الخارج فحسب التعديل اللازم لكل نقطه من فلك التدوير ثم سجل فى الجداول الفرق بينه وبين تعديل الاختلاف الأول

٥ — زيادة التعديل اللاحق عندما يكون مركز التدوير بين أوج الخارج وحضيضه ، وقد أوضح ابن سينا طريقه حساب هذه الخطوه الخامسة .

فى شكل (٩٤) ا ب حـ الخارج ومركزه نقطة د ، ومركز البروج نقطة ه . وليكن التدوير ر ع ط على مركز ب ، و لنفرض أن البعد بين الأوج ا و مركز التدوير ب تساوى ١٢٠° .

ولتعيين النهاية العظمى للتعديل نرسم هـ م مماسا للتدوير ، فتكون النهاية العظمى هى زاوية ب هـ م .

ننزل العمود د ل على ب هـ

فى المثلث د هـ ل : زاوية ل = ٩٠ ، زاوية د ه ل = ١٨٠ - ٦٠ = ١٢٠° ،

$\frac{\text{د هـ}}{\text{د ب}}$ معلومة

∴ النسبتان $\frac{\text{هـ ل}}{\text{د ب}}$ ، $\frac{\text{د ل}}{\text{د ب}}$ معلومتان

وفى المثلث د ل ب : زاوية ل = ٩٠ ، النسبة $\frac{\text{د ل}}{\text{د ب}}$ معلومة

فرتب[١] الصف السادس وأثبت فى كل بيت[٢] ما بإزاء العدد المكتوب فى السطرين الأولين على أن ذلك عدد البعد وعلى أن المثبت [٣]فى الصف الثانى [٤] هو زيادة التعديل الأعظم عند تلك الدرجة على التعديل الأعظم عند الأوج غير منسوب إلى أعداد التعديل بل[٥] يكون ما خرج لذلك جزء من ستين جزء من جزءين وثلثى[٦] الذى يكون[٧] هو التعديل الأعظم عند الحضيض إذ[٨] تعذر اعتبار التسييرين معا أحدهما تسيير[٩] المركز للتلوين والآخر للقمر فاقتنع بأن سير مركز التلوين وأثبت القمر على المماسة ورتب بعد هذه الصفوف صفا آخر وضع فيه[١٠] أنه إذا كان القمر له بعد محدود من النهاية الشمالية فكم يكون قوس عرضه أعنى القوس المنحازة بين دائرة المائل والبروج التى هى من أكبر[١١] الدوائر المارة بقطبى[١٢]

∴ نعرف النسبة $\frac{\text{ل ب}}{\text{د ب}}$

∴ نعرف النسبة $\frac{\text{ل ب} - \text{ﻫ ل}}{\text{د ب}}$ أى $\frac{\text{ﻫ ب}}{\text{د ب}}$

وفى المثلث ب ﻫ م : زاوية م = ٩٠ ، النسبتان $\frac{\text{ب م}}{\text{د ب}}$ ، $\frac{\text{ﻫ ب}}{\text{د ب}}$ معلومتان

∴ يمكن معرفة زاوية ب ﻫ م المطلوبة

وقد خرج فى هذه الحالة الفرق بين ب ﻫ م وبين النهاية العظمى عند الأوج أ = ٥٣′ ١°
لكن الفرق بين النهايتين العظميين عند الأوج أ والحضيض ح = ٣٩′ ٢°

∴ النسبة بين الفرقين = ٠٫٧١٠١٩٨ = صفر ٤٢ ٣٨ (بحساب الجمل)

(١) ب : غير واضح
(٢) ب : غير واضح
(٣) سا : المثبت
(٤) فى هامش ب : السادس
(٥) ف : فى الهامش
(٦) ف : وثلاثين
(٧) ب : غير موجود
(٨) ف : إذا
(٩) سا : تسيير
(١٠) سا : فيه
(١١) ف : أكثر
(١٢) ف : بنقطتى

فلك البروج القائمة على فلك البروج بزاويا قائمة ومعرفة مقادير هذه (١) القسى يستخرج بمثل (٢) ما استخرج به ميول درج فلك البروج لما علم الميل الأعظم وكذلك تستخرج (٣) عروض درج المائل بسهولة (٤) إذا (٥) علم العروض الأعظم وهو خمسة أجزاء بالتقريب . وإذا أردنا أن نقوم القمر أخذنا الحركات الوسطى فى الطول والعرض والاختلاف من الأوج الوسط وحركة البعد بتضعيف البعد بين وسطى الشمس والقمر بحسب البلد الذى إليه القياس وبحسب التاريخ الذى(٦) منه القياس وتسقط من أيها كان ما يتم دوره حتى تبقى(٧) دون دورة واحدة فيدخل البعد المضعف فى الجدولين الأولين ونأخذ (٨) تعديله من الصف الثالث ومن دقائق الصف السادس فإن كان العدد فى الصف الأول زدنا التعديل على الاختلاف الذى حفظناه وإن كان فى الثانى نقصناه فنكون (٩) قد عدلنا اختلاف القمر إذا لم يكن على الأوج أو الحضيض ثم ندخل ذلك فى(١٠) جدول العدد ونأخذ مابإزائه من الصف الرابع والخامس وأما الذى فى الصف الرابع فنحفظه وأما الذى فى الصف الخامس فنضربه فى الدقائق التى استخرجنا(١١) من الصف السادس ونقسمه على ستين فما خرج فهو الفضل الذى ينبغى أن يزاد على الرابع فإن كان مسير القمر المعدل فى فلك التدوير أقل من مائة وثمانين نقصناه من وسط الطول والعرض للقمر وإن كان أكثر زدناه فما بلغ من الطول نلقيه من أجزاء الحاصل للقمر فحيث بلغ فهو مكانه بالحقيقة(١٢)

---

(١) سا : هاذه

(٢) سا : بميل

(٣) سا : يستخرج

(٤) ف ، سا : يعلم بسهولة

(٥) سا ، د : لما

(٦) ف : هنا ينقطع ترتيب الكلام فى سطر ٢٢ صفحة ١٠٨ من المخطوط ونجد تكملته ابتداء من سطر ١٠ صفحة ١٠٧

(٧) سا : يبقى

(٨) سا ، د : فنأخذ

(٩) ف : فيكون

(١٠) ف ، سا : غير موجود

(١١) سا : استخرجناه

(١٢) سا : غير موجود

فى (١) الطول (٢) وما بلغ (٣) من (٤) العرض عن النهاية الشمالية فنأخذ ما بإزائه من جدول العرض وأنت تعرف كون العرض جنوبيا وشماليا بمقدار (٥) البعد من النهاية(٦) الشمالية .

فصل

فى أن الاختلاف الذى من قبل الفلك الخارج المركز ليس له قدر فى أوقات الاجتماعات والاستقبالات (٧)

ولما فرغ بطليموس من هذه(٨) الجملة كأن قائلا له إنك قد استعملت فى رصدك الكسوفات على أن مركز التدوير على أوج الحامل وعلى أن الاستقبالات والاجتماعات (٩) توجب ذلك ثم بنيت (١٠) التعديل عليه وليس الأمر كذلك فى الاجتماعات والاستقبالات التى هى بالحقيقة وفيها تقع الكسوفات بل انما يصح ذلك فى الاجتماعات والاستقبالات التى بالوسط فإن الاجتماعات والاستقبالات(١١) المحققة فقد يلحق الشمس فيها (١٢) تعديل وأيضا فإن مركز التدوير قد يكون إلى أن تقع الاتصالات(١٣) بالحقيقة زائلا فيها عن الأوج فيلحق تعديل من جهة تقارب القمر من الأرض ونزوله ومن جهة محاذاته(١٤) فبين أن ذلك الزوال لا يوجب فى التعديل

---

(١) سا : غير موجرد

(٢) سا : بالطول

(٣) [وما بلغ] : غير موجود فى سا

(٤) سا : وفى

(٥) سا : لمقدار

(٦) سا ، د : الجهة

(٧) [فصل فى أن الاختلاف الذى منقبل الفلك الخارج المركز ليس له قدر فى أوقات الاجتماعات والاستقبالات] : غير موجود فى سا ، د

(٨) سا : هاذه

(٩) سا ،د : الاجتماعات والاستقبالات

(١٠) ف : تثبت

(١١) [التى هى بالحقيقة وفيها تقع الكسوفات بل إنما يصح ذلك فى الاجتماعات والاستقبالات التى بالوسط فإن الاجتماعات والاستقبالات] : غير موجود فى سا

(١٢) سا ، د : فيهما

(١٣) سا : الاتصال

(١٤) سا : د : المحاذاة

تفاوتا يعتد به إذ كان ما يلحق هذا الزوال من التعديل هو أحد شيئين لأنه إما أن يقع من جهة تقارب (١) مركز التدوير من الأرض وإما أن يقع من جهة اختلاف المحاذاة وحيث يوجب أحدهما غاية التعديل الذى يخصه فإن الآخر لا يوجب معه قدرا محسوسا لأن غاية فضل التعديل الذى يوجبه اختلاف الأوج هو (٢) عندما يكون عند(٣) الأوج من التدوير أو الحضيض وأما عند البعدين الأوسطين فلا يوجب أمرا يعتد به وغاية فضل التعديل الذى(٤) يوجبه التفاوت هو عند الخط المماس وهناك لا تكون للمحاذاة فضل تعديل يعتد به فليكن فلك خارج وتدوير على ما شكل مرارا وليكن التدوير زائدا(٥) بقوس أ ب ولأنه(٦) إما أن تكون الشمس بالحقيقة على المقاطرة أو بالحقيقة على المقارنة ويكون أكثر ما يقع من الخلاف بين الوسطين لمجموع (٧) التعديلين لأحدهما زائدا(٨) والآخر ناقصا(٩) وليكن للشمس(١٠) غاية تعديلها(١١) زائدا وهو جزءان (١٢) وثلاث (١٣) وعشرون (١٤) دقيقة وللقمر غاية تعديله الذى من الخط المماس ناقصا وهو (٥ ١) فهذا هو غاية البعد بين وسطيها أو غاية البعد بين(١٥) وسط(١٦) أحدهما ومقاطرة(١٧)وسط الآخر فضعف

---

(١) ف ، سا : تفاوت

(٢) ف : وهو

(٣) سا : غير موجود

(٤) ف : ينقطع ترتيب الكلام فى سطر ٤٢ صفحة ١٠٧ من المخطوط وتكملته ابتداء من سطر ٢٢ صفحة ١٠٨

(٥) سا : زائلا

(٦) ف : فلأنه

(٧) ف : بمجموع

(٨) سا : ناقصا

(٩) سا : زائدا

(١٠) سا : الشمس

(١١) سا : تعديله

(١٢) سا ، د : جزءين

(١٣) ب ، سا ، د : وثلاثه

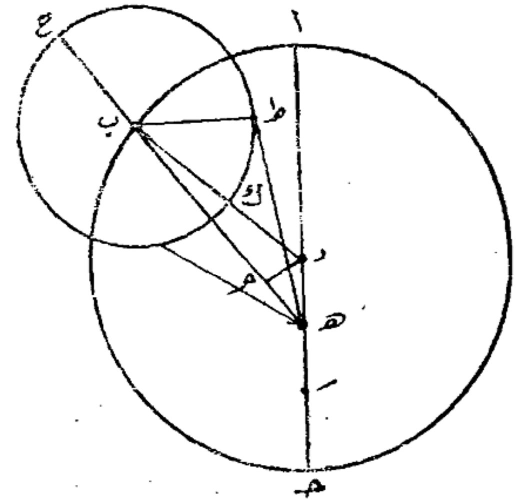
(١٤) سا، د : وعشرين

(١٥) [وسطيها أو غاية البعد بين] : فى هامش ب

(١٦) سا : بعد وسط

(١٧) سا : ومقاطر

غاية البعد بين وسطيهما أو غاية البعد بين وسط أحدهما ومقاطرة وسط الآخر[1] معلوم في جميع الأحوال يصير ضعف البعد بينهما معلوما وتصير زاوية أ هـ ب التي[2]



شكل (٩٥)

لضعف البعد معلومة ولنخرج هـ ط مماسا و : د م عمودا على ب هـ داخلا ونصل ب ط العمود فيعلم مثلثا[3] د هـ م ، د هـ ب[4] على ما عرفت ونعلم خط ب هـ ، ب ط معلوم فنعلم[5] مثلث ب هـ ط القائم الزاوية المعلوم نسبة ضلعي[6] هـ ب ، ب ط فتصير زاوية ب هـ ط معلومة وخرجت بالحساب (٥ -د)[7] فزادت على التي تكون عند الأوج بدقيقتين(*) وما يلحقه من الخطأ أقل من درجة[8] واحدة لأنه

---

(١) [فضعف غاية البعد بين وسطيهما أو غاية البعد بين وسط أحدهما ومقاطرة وسط الآخر] : غير موجود في ب ، سا ، د

(٢) سا : الذي (٣) سا : مثلثات

(٤) سا : د هـ م ، د هـ ر

(٥) سا ، د : [لعلمنا بنسب] بدلا من [معلوم فنعلم]

(٦) ف : غير موجود

(٧) سا : ه ع

(٨) سا : دورة درجة

(*) الخسوف والكسوف : جرت حسابات الكسوف والخسوف على فرض حدوثهما عندما يكون مركز تدوير القمر عند أوج الخارج ، السبب في ذلك أن وجود مركز التدوير بعيدا عن أوج الخارج لن يؤثر كثيرا في الوضع النسبي بين القمر والشمس .

فالخسوف والكسوف يحدثان عند اقتران القمر والشمس أو تقاطرهما حسب الرؤية. فإذا اعتبرنا المواضع الوسطى بدل المواضع المرئية فإن التعاديل تدخل في الحساب . وأقصى اختلاف بين المواضع الوسطى والمرئية عندما يكون تعديل أحدهما زائدا وتعديل الآخر ناقصاً وكلاهما نهاية عظمى .

جزءمن ستة عشر جزءا من ساعة وقد يقع مثل هذا التفاوت فى نفس الأرصاد.

لكن النهاية العظمى لتعديل الشمس عند القدماء = ٢٣′ ٢°

(ملحوظة : النهاية العظمى الحديثة لتعديل المركز = ٤٥′ ١° ولتعديل الاستواء = ٣٠′ ٢°

والنهاية العظمى لتعديل القمر = ١′ ٥°

لكن الفرق المرئى بين القمر والشمس عند الكسوف أو الخسوف = صفر أو ١٨٠°

∴ الفرق الوسط لن يزيد على ٢٤′ ٧° أو ٢٤′ ١٨٧° وهو البعد بين الشمس والقمر

لكن بعد مركز التدوير عن أوج الخارج = ضعف البعد بين الشمس والقمر

= ٤٨′ ١٤° فى الحالتين

وفى شكل (٩٥) ا ب ح الخارج ومركزه نقطه د ، ط ع ل التدوير ومركزه نقطة ب ، ونقطة هـ هى مركز البروج .

∴ زاوية ا هـ ب = ٤٨′ ١٤°

والنهاية العظمى لتعديل القمر هى عندما يكون عند ط حيث هـ ط المماس للتدوير

والمطلوب اثبات أن هذه النهاية العظمى لا تختلف كثيرا عن النهاية العظمى لو كان التدوير عند أوج الخارج ا .

لذلك ننزل العمود د م من نقطة د على هـ ب

فى مثلث د هـ م : زاوية م = ٩٠ ، زاوية هـ = ٤٨′ ١٤° ، والنسبة $\frac{د هـ}{د ب}$ معلومة

∴ يمكن معرفة النسبتين $\frac{هـ م}{د ب}$ ، $\frac{د م}{د ب}$

وفى المثلث د م ب : زاوية م = ٩٠ ، النسبة $\frac{د م}{د ب}$ معلومة

∴ نعرف النسبة $\frac{م ب}{د ب}$

ومن ذلك نعرف النسبة $\frac{هـ م + م ب}{د ب} = \frac{هـ ب}{د ب}$

وفى مثلث هـ ط ب : زاوية ط = ٩٠° ، النسبتان $\frac{ط ب}{د ب}$ ، $\frac{هـ ب}{د ب}$ معلومتان أى أن

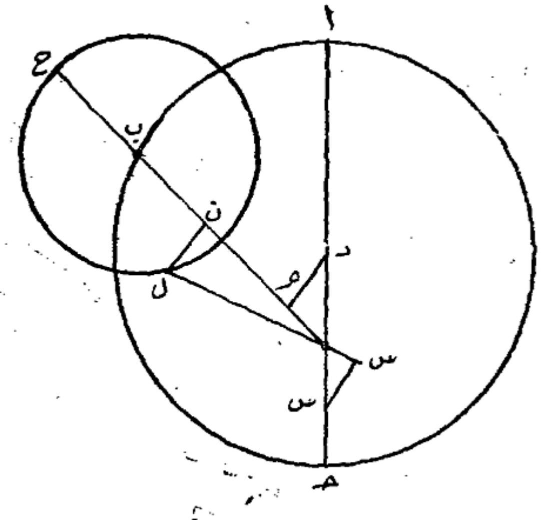
النسبة $\frac{ط ب}{هـ ب}$ معلومة

∴ نستطيع معرفة زاوية ط هـ ب النهاية العظمى للتعديل

ومن الحسابات خرجت قيمة هذه الزاوية ٣′ ٥°

∴ الفرق بينها وبين النهاية العظمى للتعديل عند الأوج = ٢′ وذلك قدر ضئيل

وقوعا لا يضبطه التحرز فهذا ما يقع بسبب اقترانات مركز التدوير فى الخارج [1] وأما الذى يقع بسبب محاذاة الأوج فقد بين أيضا بشكل آخر أنه لا يكون بحيث يؤثر أثرا يعتد به فليكن القمر عند ل هو الحضيض الوسط فتكون زاوية أ هـ ب[2] تشتمل[3] على قريب من[4] ضعف اختلاف الشمس وذلك لأن القمر لا يكون له فى هذا الموضع فضل اختلاف أول محسوس فيكون إن كان ولا بد فهو للشمس فيكون البعد بين وسطيها بذلك فتكون زاوية أ هـ ب توتر [5] ضعف ذلك ولنوصل هـ ل ولنخرج



شكل (٩٦)

من د على هـ ب عمود د م ومن ر على هـ ب عمود ر س ومن ل[6] عمود ل ن فتعرف [7] هـ ب ، ب ر [8] على ما ندرى [9] ونعرف [10] مثلث ر س ب[11]

---

(١) سا ، د : الخارج المركز
(٢) ف : انقطع الكلام فى آخر صفحة ١٠٨ من المخطوط وابتدأ فى أول صفحة ١٠٧
(٣) سا : غير موجود
(٤) سا : معلوم من
(٥) سا : تؤثر
(٦) ف : ن
(٧) سا : فيعرف
(٨) سا : غير موجود
(٩) سا : تدرى
(١٠) سا : وبق
(١١) سا ، ـ : ه س ب

ويكون نسبة ر ب المعلوم إلى ر س وإلى س ب مثل نسبة ب ل المعلوم إلى ل ن وإلى (١) ن ب (٢) فتعرف(٣) ل ن(٤) ، ن ب(٥) ومثلث(٦) ل هـ ن (٧) فنعرف (٨) زاوية ب هـ ل وخرجت بالحساب أربع دقائق(*) ولا يقع به من الخطأ ما يبلغ ثمن (٩) ساعة وغير مستنكر أن يلحق هذا الخطأ نفس الأرصاد .

فصل

فى اختلاف المنظر الذى يعرض للقمر(١٠)

قد عرفت قبل هذا ما معنى اختلاف منظر القمر فيجب الآن أن نحصل وتعرف(١١) كيف يمكننا (١٢) أن نعرف موضعه الحقيقى من موضعه المرئى وبالعكس واعلم أن

---

(١) سا : غير موجود (٢) ف ، سا : ى ب

(٣) سا : فيعرف (٤) ف : غير موجود

(٥) ف : ى ب – وفى سا : غير موجود

(٦) ف : ينتهى سياق الكلام فى سطر ١٠ صفحة ١٠٧ من المخطوط وتكملته من سطر ٤٢ صفحة ١٠٧

(٧) ف : ل هـ ر (٨) سا : فيعرف

(*) تابع الكسوف والخسوف : فى شكل (٩٦) نفرض أن نقطة ل هى الحضيض الوسط حيث يوجد القمر ، فى هذا الموضع يكون فضل الاختلاف الأول كمية صغيرة

∴ زاوية أ هـ ب = ضعف اختلاف الشمس تقريبا

نصل هـ ل وننزل من نقطة د العمود هـ ب على دم ، ومن نقطة ر العمود ر س على هـ ب ، ومن نقطة ل العمود ل ن .

فبمثل ما سبق نعرف هـ ب ، ب ر

المثلثان ر س ب ، ل ن ب متشابهان

∴ ر ب / ر س = ل ب / ل ن ، ر ب / س ب = ل ب / ن ب

∴ يمكن معرفة كل من ل ن ، ن ب

ومن ن ب نعرف هـ ن = هـ ب – ن ب

∴ المثلث ل هـ ن يصبح معروفا ومنه نعرف زاوية ب هـ ل

وقد خرجت هذه الزاوية بالحسابات ٤′ وهو مقدار ضئيل

(٩) سا : ثمر

(١٠) [فصل فى اختلاف المنظر الذى يعرض للقمر] : غير موجود فى ف ، سا ، د

(١١) سا ، د : فنعرف

(١٢) ف : ينتهى سياق الكلام فى آخر صفحة ١٠٧ ويستأنف من أول صفحة ١٠٦

معرفة ذلك متوقفة على معرفة أبعاده (١) من الأرض (٢) ومعرفة الأبعاد متوقفة على أن نعرف اختلافا ما لمنظر القمر فنعرف(٣) منه البعد ثم نعرف(٤) منه(٥) سائر الاختلافات قال وأما أبرخس (٦) فإنه ابتدأ فحصه (٧) من قبل الشمس فإنه سيظهر لك من أعراض تعرض للنيرين أن لك أن تعرف (٨) بعد (٩) أيهما شئت من معرفتك ببعد الآخر فكان أبرخس يتأمل أولا حال بعد الشمس ثم يتعرف منه حال بعد القمر وإنما تمكن (١٠) من استخراج (١١) بعد القمر بأن ابتدأ أولا فوضع (١٢) اختلاف منظر محسوس ولكنه قليل جدا وإن (١٣) كان قد ناقض هذا الرأى فزعم فى اعتبار بعض الكسوفات الشمسية اختلاف منظر أصلا ثم عاد وزعم(١٤) أن لها (١٥) اختلاف منظر صالح فكما أنه قد وقع له فى نفس اختلاف المنظر اضطراب قول فكذلك وقع له فى تقدير أبعاد القمر اضطراب ثم أن بطليموس ابتدأ بتعليم صنعة آلة صالحة لرصد الأبعاد وهى التى نسميها ذات الشعبتين وصنعها (١٦) على ما أقول تتخذ مسطرتان من نحاس (١٧) يحيط بكل واحدة (١٨) منها (١٩) أربعة سطوح

---

(١) سا : أبعاد
(٢) فى هامش ا : أى نسبة أبعاده إلى نصف قطر الأرض
(٣) سا : فيعرف
(٤) سا : يعرف
(٥) سا ، د : غير موجود
(٦) سا : انرجس
(٧) سا ، فحصه
(٨) سا ، د : تتعرف
(٩) سا : غير موجود
(١٠) سا : يمكن
(١١) [بعد الشمس ثم يتعرف منه حال بعد القمر وإنما يمكن من استخراج] : مكرر فى سا
(١٢) سا ، د . فوضع أن للشمس – وفى هامش ب : أن الشمس
(١٣) سا : فإن
(١٤) سا ، د : فزعم
(١٥) سا : له
(١٦) ف : وصنعتها
(١٧) [من نحاس] : غير موجود فى سا ، د
(١٨) سا : غير موجود
(١٩) سا : منها

مسطحة كل متوازيين (١) متساويان والذى فى العرض قريب من ثلاثة أضعاف الذى فى الثخن والذى فى الثخن قريب من ثخن خنصر ونركب إحداهما (٢) على الأخرى (٣) عند طرفيها (٤) تركيبا على محور أو نرماذجة يمكن أن تقام إحداهما (٥) وتدار الأخرى والتى (٦) نختارها (٧) للإقامة منهما نجعل عليها (٨) لبنتى (٩) الشاقول وأما الأخرى فنجعل على أحد سطحيها (١٠) شظيتين (١١) متقابلتين (١٢) متساويتى (١٣) الطول والعرض كلبنتى الاسطر لاب تباعد ما بينهما ما أمكن ونثقب (١٤) فى التى (١٥) تلى (١٦) الطرف المرسل ثقبا ضيقا (١٧) جدا ونثقب (١٨) فى التى (١٩) عند (٢٠) المحور ثقبا أوسع بقدر (٢١) ما نرى (٢٢) فيه من اللبنة الأخرى جميع جرم القمر بالتمام ونخط (٢٣) فى وسط (٢٤) كل واحدة من

---

(١) سا ، د : متوازيين منها

(٢) ب : أحديهما – وفى سا : أحدها

(٣) سا : الآخر

(٤) سا : طرفيه

(٥) ب : أحديها – وفى ف ، سا : احدها

(٦) سا : والذى

(٧) سا : نختاره

(٨) سا : عليه

(٩) ف : لبنتا

(١٠) سا : [سطحيه] فى الهامش

(١١) ف ، سا : شظيتان

(١٢) ف ، سا : متقابلتان

(١٣) ف ، سا : متساويتا

(١٤) ف : ويثقب – وفى سا : غير واضح

(١٥) سا : الذى

(١٦) ف ، سا : يلى

(١٧) سا : صيقا

(١٨) ف : ويثقب

(١٩) سا : الذى

(٢٠) سا : يلى

(٢١) سا ، د : بمقدار

(٢٢) ف : يرى

(٢٣) سا : ويخط

(٢٤) سا : وسطه

الشظيتين (١) العريضتين (٢) خطا قاسما لها (٣) بنصفين ثم نقسمها (٤) ستين جزءا وكل جزء (٥) بدقائقه ونجعل على الطرف المرسل مسطرة مستوية تدور (٦) عليه (٧) بحيث إذا أقيمت المسطرتان الأولتان إحداها (٨) على الأخرى بزاوية قائمة أمكن لهذه (٩) الثالثة (١٠) أن تصل (١١) بينها فنقيم التى لا شظية (١٢) عليها (١٣) على موضع مسطح من الأرض إقامة تكون عمودا على سطح الأفق ونعرف ذلك بتعليق (١٤) الشاقول من الجنبتين المذكورتين من جميع جوانبها فإذا نصبناها كذلك أحكمنا النصب حتى لا يزول (١٥) ونجعل الأخرى بحيث تدور (١٦) عليها فى سطح نصف النهار إذ نكون قد تقدمنا فاستخرجنا خط نصف النهار ونجعل الطرف الذى عليه المحور إلى (١٧) السماء والطرف الآخر إلى (١٨) الأرض فإذا أردنا أن نرصد عرض القمر فى دائرة نصف النهار وبعده من مدار (١٩) الشمس (٢٠) فإنا نرصد (٢١) القمر من عضادتى المسطرة المتحركة بأن نرى

---

(١) ف : المسطرتين

(٢) [كل واحده من الشظيتين العريضتين] : غير موجود فى سا

(٣) ب : إياها – وفى سا : إياه

(٤) سا : نقسمه

(٥) [وكل جزء] : غير موجود فى سا

(٦) سا : يدور

(٧) ف ، سا : عليه طولها

(٨) ب : احديها – وفى سا : احدها

(٩) ف ، سا ، د : هذه

(١٠) ب ، سا ، د : الثلاثة

(١١) سا : نصل

(١٢) سا ، د : لا شظيتين

(١٣) سا ، د : عليها

(١٤) سا : بتعريف

(١٥) سا : لا تزول

(١٦) ف : يدور

(١٧) سا : [المحوزال] بدلا من [المحور إلى]

(١٨) سا : ا ل

(١٩) سا : غير موجود (٢٠) سا : للشمس

(٢١) [عرض القمر فى دائرة نصف النهار و بعده من مدار الشمس فإنا نرصد] : غير موجود فى ف – وموجود فى هامش ب

فى الثقبين (١) جميعا ثم نعتبر مقدار الزاوية الحادثة بين المسطرتين بأن نركب الخط المقسوم من المسطرة الثالثة على طرفى الخطين المقسومين على المسطرتين وهما خطان متساويان فما انقطع بينهما من المسطرة الثالثة فهو (٢) وتر القوس الذى (٣) ينحاز (٤) فيما بين سمت الرأس وبين مكان القمر المرئى من دائرة نصف النهار وهى الدائرة المارة بقطبى (٥) معدل النهار وقد يتفق أن تكون هى المارة بقطبى (٦) البروج إذا كان القمر على المنقلبين وتكون هذه الدائرة برسم (٧) العرض وأولى الانقلابين لرصد العرض هو الصيفى وأولى النهايتين هى الشمالية فإن القمر إذا كان هكذا (٨) لم يكن له من اختلاف المنظر ما يكون له فى الطرف المقابل (٩) ولما رصد بأسكندرية على الشرائط المذكورة وجد بعد مركز القمر من سمت الرأس جزئين وثمانى دقائق (١٠) وتكون العروض المرصودة فى أزمنة مختلفة متشابهة عند الحس هى (١١) خمسة أجزاء وأما لرصد اختلاف المنظر فأولى الانقلابين هو الشتوى وأولى (١٢) النهايتين هى الجنوبية فإن اختلاف المنظر يزيد مع زيادة البعد عن سمت الرأس ويكون غاية (١٣) زيادته حيث ما يكون غاية البعد فمن الأرصاد الدالة على استخراج حال اختلاف (١٤) المنظر رصد اتفق وكادت (١٥) الشمس تغرب

---

(١) ب : غير واضح
(٢) ب : وهو – وفى سا : فهى
(٣) سا : التى
(٤) سا : تنحاز
(٥) سا : بقطى
(٦) سا : بقطى
(٧) سا : ترسم
(٨) سا : غير موجود
(٩) سا : المتقابل
(١٠) [ولما رصد باسكندرية على الشرائط المذكورة وجد بعد مركز القمر من سمت الرأس جزءين وثمانى دقائق] : غير موجود فى سا
(١١) سا : هى
(١٢) ف : ينتهى سياق الكلام فى آخر صفحة ١٠٦ وتكملته أول صفحة ١٠٥
(١٣) سا : عادة
(١٤) سا : غير موجود
(١٥) سا : وكان

وكان بعد القمر فى دائرة نصف النهار عن سمت الرأس خمسين جزءا ونصفا (١) وثاثا (٢) وجزءا (٣) من اثنى عشرة (٤) من جزء وكان (٥) تاريخ التحصيلات والتقويم يوجب أن تكون الشمس فى الميزان (٦) بالحقيقة (٥ كح) والقمر بالحقيقة فى الجدى (حى) وفى العرض على (سند م) (٧) من النهاية (٨) الشمالية وعرضه فى الشمال (د نط) (٩) وميل النقطة التى كان عليها من البروج (كحمط) (١٠) وبعد معدل النهار عن سمت الرأس وهو عرض البلد حيث كان هذا الرصد وهو (١١) أسكندرية (١٢) (ل يح) (١٣) وكان بعد القمر الخفى عن سمت الرأس (١٤) هو مجموع عرض البلد وميل الدرجة منقوصا منه عرض القمر وذلك تسعة وأربعون جزءا وثمانى (١٥) وأربعون دقيقة وكان بعده المرئى (ن نه) (١٦) فاختلاف (١٧) المنظر إذن (١٨) نحو جزء واحد وسبع دقائق وهو كله فى العرض وليس منه فى الطول ما يعتد به فإن الدرجة فى أوائل الجدى والرصد للقمر هو (١٩) بقرب نصف النهار .

---

(١) سا ، د : ونصف
(٢) سا ، د : وثلث
(٣) سا ، د : وجزء
(٤) سا ، د : اثنى عشر
(٥) سا : أو كان
(٦) سا : الميراث
(٧) ف : سيد م – وفى سا : ں ر س
(٨) [من النهاية] : غير موجود فى سا
(٩) ف ، سا ، د : د يط
(١٠) ف : عحمط – وفى سا : يحمط
(١١) ں : هو
(١٢) سا ، د : الاسكندرية
(١٣) ف ، سا : ل لح
(١٤) [عن سمت الرأس] : غير موجود فى سا
(١٥) ں ، سا ، د : وثمانية
(١٦) ف : ں يه – وفى سا : نا يه
(١٧) سا : واختلاف
(١٨) سا : إذا
(١٩) سا ، د : وهو

فصــل

فى تبين أبعاد القمر(١)

فلتكن دائرة أ ب للأرض ودائرة حـ د فلك يمر بمركز القمر ومركزه مركز الأرض ودائرة هـ ر دائرة لا تفعل الأرض عندها اختلاف منظر وليكن القمر على نقطة د و : ك مركز الأرض ومركز كل دائرة ونخرج (٢) ك د إلى ح من دائرة هـ ر ولتكن(٣) نقطة أ مكان (٤) الراصد وخط أ د ط خط الرصد فيكون (٥) ط ح اختلاف المنظر و : ط مكان القمر عند الرؤية و : ح مكانه الحقيقى (٦) ولنخرج ك ا حـ هـ إلى سمت الرأس ولنخرج(٧) خط أ ر موازيا لخط ك ح فتكون زيادة ر ط على ح ط غير محسوسة لأن قطر الأرض لا يفعل فى دائرة هـ ر أثرا محسوسا وزاوية هـ ك ح (٨) معلومة لأنها(٩) توتر (١٠) البعد الحقيقى(١١) المعلوم فتكون زاوية هـ أ ر(١٢) معلومة وزاوية هـ أ ط معلومة لأنها التى للبعد المرئى تبقى زاوية ر أ ط معلومة بالرصد وهى مثل زاوية أ د ك (١٣) فلنخرج من نقطة أ عمود أ ل على ك ح فيصير مثلث أ ك ل معلوم النسب بحسب أ ك وهو نصف قطر الأرض وأيضا مثلث أ د ل معلوم الزاويتين (١٤) أى القائمة وزاوية أ د ل (١٥) وضلع أ ل فزاوية(١٦) د أ ل (١٧)

---

(١) [فصل فى تبين أبعاد القمر] : غير موجود فى سا ، د

(٢) سا : ويخرج — (٣) سا : وليكن

(٤) سا ، د : مقام

(٥) سا : فتكون

(٦) سا : الحق

(٧) ف : غير موجود

(٨) سا : ك ع

(٩) سا : لا

(١٠) سا : تؤثر

(١١) ف ، ب : الخفى

(١٢) سا : د ك

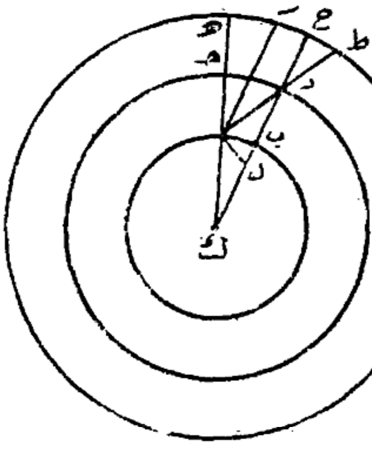
(١٣) سا : ا ك هـ

(١٤) سا : زاويتين

(١٥) [معلوم الزاويتين أى القائمة وزاوية ا د ل] : فى هامش ف

(١٦) [ا د ل وضلع ا ل فزاوية] : غير موجود فى سا

(١٧) سا : ب ا ل



شكل (٩٧)

الباقية بعد معلومات ثلاثة وضلع د ل [1] معلومان [2] فيصير نسبة جميع ك د إلى ك أ معلومة وقد [3] كان بعد القمر عن مركز الأرض[4] معلوم النسبة إلى نصف قطر الأرض فى هذا الرصد وخرج لنا بالحساب أنه إذا كان أ ك واحدا كان ك د (لط مه)[5](*) فقد بان بهذا الشكل بعد القمر عند رصدنا[6] وقد

---

(١) سا : ا ل

(٢) سا : غير موجود

(٣) سا : فقد

(٤) سا : القمر

(٥) ف : كد لط مه (٦) سا : رصدها

(*) تعيين بعد القمر عن الأرض بطريق اختلاف المنظر :

فى شكل (٩٧) لتكن دائرة ا ب هى الأرض مركزها نقطة ك ، ودائرة ح د المتحدة معها فى المركز تمر بمركز القمر نقطة د فى لحظة الرصد حيث الراصد عند نقطة ا على سطح الأرض ، نقطة ه سمت الرأس . ولنفرض دائرة ه ر متحدة المركز أيضاً مع الأرض ولكن نصف قطرها كبير إلى درجة يمكننا معها إهمال اختلاف المنظر لنقط محيطها .

الوضع المرئى للقمر إذن هو نقطة ط على امتداد ا د . والوضع الحقيقى عند نقطة ع على امتداد ك د

نرسم ا ر موازيا ك ع ، والعمود ا ل على ك د

اختلاف المنظر = القوس ط ع = ط ر تقريباً لأن نصف قطر الدائرة كبير بالنسبة لنصف قطر الأرض فتكون زاوية ع ا ر صغيرة جدا بحيث يمكن إهمالها

زاوية السمت الحقيقية = ه ك ع = ه ا ر معلومة فرضا

وزاوية السمت المرئية = ه ا ط معلومة

∴ زاوية ر ا ط معلومة

∴ زاوية ا د ل معلومة

يمكن أن نستخرج[١] من ذلك نسبة أبعاده عند الاتصالات والتربيعات ونسبة قطر فلك تلويره إلى قطر الأرض فليخط شكل خارج المركز والتلوير وليكن القمر على ل من التلوير ولنوصل من القطر[٢] خطوطا[٣] على مثال ما سلف ولنخرج عمودا[٤] د م ، رن[٥] وقد كان موضع القمر من الاختلاف معلوما فى هذا الرصد وكان[٦] بعد القمر من الأوج الوسط (ر سبك)[٧] ومن ك التى هى الحضيض الوسط باقى الأجزاء بعد نصف الدائرة[٨] وهى (فب ك)[٩] لكن ط ك وهو تعديل ما بين الحضيضين قد[١٠] خرج بالحساب الذى له تمام تسعين من (فب ك)[١١]

فى المثلث ا ل ك : زاوية ل = ٩٠ ، زاوية ك معلومة

∴ نعلم النسب $\frac{\text{ك ل}}{\text{ا ك}}$ ، $\frac{\text{ا ل}}{\text{ا ك}}$

وفى المثلث ا ل د : زاوية ل = ٩٠ ، زاوية ا د ل معلومة

∴ نعلم النسبة $\frac{\text{د ل}}{\text{ا ل}}$ اى $\frac{\text{د ل}}{\text{ا ك}}$. $\frac{\text{ا ك}}{\text{ا ل}}$

لكن $\frac{\text{ا ل}}{\text{ا ك}}$ معلومة ∴ $\frac{\text{د ل}}{\text{ا ك}}$ تصبح معروفة

ومن ذلك ينتج النسبة $\frac{\text{د ل} + \text{ك ل}}{\text{ا ك}}$ اى $\frac{\text{د ك}}{\text{ا ك}}$

وتلك هى نسبة بعد القمر عن مركز الأرض إلى نصف قطر الأرض

وكانت نتيجة الأرصاد أن هذه النسبة = ٣٩٫٧٥

ولمقارنة هذه النسبة بالحقيقة نذكر أن :

متوسط نصف قطر الأرض المقاس حديثاً = ٦٣٦٧ كيلو مترا

ومتوسط بعد القمر عن الأرض = ٣٨٤٤٠٠ كيلو مترا

∴ النسبة = ٦٠ تقريباً

(١) سا : يستخرج

(٢) سا : النقطة

(٣) ف ، سا ، د : خطوط

(٤) سا : عمود

(٥) سا : ا د م ، ر ن

(٦) ف ، سا ، د : فكان

(٧) سا : د سب ك

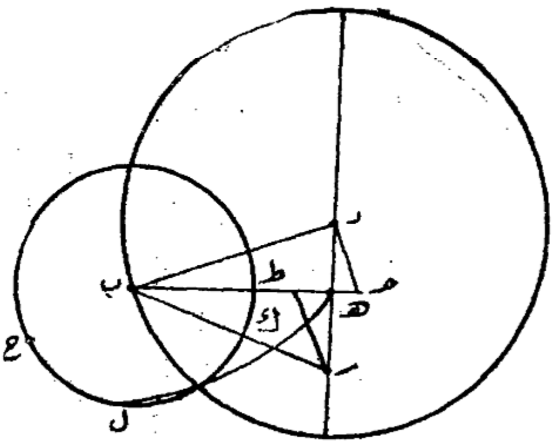
(٨) [بعد نصف الدائرة] : غير موجود فى سا

(٩) سا : فب ر

(١٠) ف : وقد - وفى سا : فقد

(١١) سا : ب ك

وهو (ر م)(١) فكان جميع قوس ل ك ط تسعين جزءا فكانت (٢) زاوية ل ب ط (٣) قائمة ولأن زاوية أ هـ ب التي لضعف البعد معلومة يصير مثلث (٤) د م هـ مساويا(٥)ومشابها (٦) لمثلث(٧) هـ ر ن(٨) ومعلومى (٩)النسب(١٠) وكذلك(١١) يصير مثلث د هـ ب(١٢)من ضلعين وقائمة معلوما(١٣) وتكون نسب د ب ، هـ ب وسائر الخطوط معلومة ولأن زاوية هـ ب ل قائمة وضلعى (١٤) هـ ب ، ل ب معلومان يصير(١٥) هـ ل معلوم النسبة إلى ب ل وكان معلوم النسبة فى الشكل الأول إلى



شكل (٩٨)

نصف قطر الأرض ٥ : ب ل وهو نصف قطر التدوير و : د ب وهو نصف قطر

(١) سا ، د : [تسعة أجزاء وثلثان] بدلا من [ر م]
(٢) ف : فكانه
(٣) سا : ل ر ط
(٤) سا : مثلثا
(٥) سا : مساوية
(٦) سا : التشابه
(٧) سا : ومثلث
(٨) سا : هـ ر ر
(٩) سا : معلومى
(١٠) ف : ينتهى سياق الكلام فى آخر صفحة ١٠٤ وتكملته أول صفحة ١٠٣
(١١) ب : غير واضح
(١٢) سا : د م ب
(١٣) ف ، سا : غير موجود
(١٤) ب ، سا ، د : و ضلعا
(١٥) سا : فيصير

الخارج و : هـ أ وهو بعد الاتصالات الوسطى و : هـ حـ وهو بعد التربيعات الوسطى والواصلات (1) كل ذلك معلوم نسبها (2) إلى نصف قطر الأرض(*)

---

(1) ف ، سا ، د : الواصلان – وفى ب : [الواصلان] وفوقها [الواصلات]

(2) سا : نسبتها

(*) تعيين عناصر مدار القمر بالنسبة لنصف قطر الارض :

فى شكل (98) أ ب حـ الخارج ومركزه نقطة د ، ومركز البروج نقطة هـ ، ع ل ط التدوير على مركز ب . ولنفرض أن ل موضع القمر فى التدوير ، ونقطة ع هى الحضيض الوسط ، ونقطة ط هى الحضيض المرئى .

والمطلوب تعيين ب ل ، هـ أ ، هـ حـ ، د ب بالنسبة إلى نصف قطر الأرض .

وقد اختار ابن سينا لذلك رصدا معينا تم بمدينة الإسكندرية حيث كان بعد القمر عن الحضيض المرئى = ربع دائرة أى أن زاوية ل ب ط = 90°

نصل ب د ، ب ط هـ ، ب ع ر ، هـ ل ونتنزل العمودين د م ، ر ق على هـ ب

∵ زاوية أ هـ ب معلومة

∴ د هـ م = 180 – أ هـ ب معلومة

فى مثلث د م ق : زاوية م = 90 ، زاوية هـ معلومة

∴ يمكن معرفة النسب (د م / د هـ) ، (هـ م / د هـ) أى (د م / د ب) ، (هـ م / د ب)

وفى مثلث د م ب : زاوية م = 90 ، النسبة (د م / د ب) معلومة

∴ نستطيع معرفة النسبة (م ب / د ب)

أى يمكن معرفة النسبة (م ب – هـ م / د ب) أى (هـ ب / د ب)

وفى مثلث هـ ب ل : زاوية ب = 90 ، النسبتان (هـ ب / د پ) ، (ب ل / د ب) معلومتان

∴ نعرف النسبة (هـ ل / د ب) أى (هـ ل / ب ل)

لكن المعروف مما سبق قيمة هـ ل بالنسبة لنصف قطر الأرض

∴ نعلم ب ل بالنسبة لنصف قطر الأرض ومن ذلك نعرف ب د

لكننا نعلم (د هـ / د ب)

∴ نعرف د هـ بالنسبة لنصف قطر الأرض وإذا جمعناها إلى أ د الذى يساوى د ب يظهر لنا أ هـ وبالمثل هـ حـ

فخط ه أ هو (نط) (١) وخط ه ح(٢) هو (لح مح) (٣) وخط ب ل (٤) هو (ه ى) ، ه ل : (لط مه)(٥) قال ومن معرفة هذه الأبعاد والزوايا التى تقع عند البصر يمكن أن نستخرج بعد الشمس ومقدارها (٦) فإنا إذا رصدنا أوساط الكسوفات وارتفاعاتها بقياساتها إلى الكواكب الثابتة المصححة الطول والعرض أو إلى الشمس (٧) أمكننا أن نحقق الأوقات المتوسطة للكسوفات ويتحقق منها الطول والعرض وأما الآلات التى تعرف بها الأوقات باعتبار عيارات (٨) الماء أو بأزمان مطالع الاستواء فلا يتوصل (٩) إلى تحقيق الأمر من ذلك .

فصل

فى مقادير أقطار الشمس والقمر والظل التى ترى فى الاجتماعات والاستقبالات (١٠)

أما كيفية استخراجه بعد(١١) الشمس فقد تقدم أولا فقال (١٢) إن الشمس قد رصد قطرها بذات الشعبتين بأن (١٣) ينظر من شعبتيها معا وتعتبر (١٤) الزاوية الواقعة بينهما (١٥) فكان لا يختلف قدرها فى جميع أبعادها وأما القمر فقد كان يختلف

---

(١) سا : يط

(٢) سا : [و : ح ط ، ه ح] بدلا من [وخط ه ح]

(٣) سا : ل ع مح

(٤) سا : ل م

(٥) [ه ل : (لط مه)] : غير موجود فى سا

(٦) سا : ومقداره

(٧) ف : الشمال

(٨) سا : عيارات

(٩) ن ، ف : يوصل

(١٠) [فصل فى مقادير اقطار الشمس و القمر و الظل التى ترى فى الاجتماعات و الاستقبالات] : غير موجود فى سا ، د

(١١) سا ، د : لبعد

(١٢) سا ، د : وقال

(١٣) سا : غير موجود

(١٤) سا : ويعين

(١٥) سا : بينها

قطره (١) عند الزاوية بحسب أبعاده (٢) فكان (٣) يرى (٤) مساويا (٥) للشمس عند بعده (٦) الأبعد وفيما دون ذلك يرى (٧) أكبر(٨) منها وأما القدماء فقد حكموا أنه إنما يرى مساويا للشمس عند بعده الوسط وكانوا أيضا قد غلطوا فى مقدار (٩) مساحة الزاوية التى ترى عليها الشمس قال فإنا وجدناها أصغر مما ذكروا وإن كان تقدير هذه (١٠) المساحة غير محتاج إليه فى تحقيق بعد الشمس وعظمها (١١) فإن تقدير بطليميوس لقطر الشمس (١٢) لم (١٣) يكن من جهة مساحة زاوية المسطرة فإن ذلك مما يعسر ضبطه وتحقيقه ولكن بكسوفات قمرية على ما سنوضح بعد واعتبار الرصد بهذه المسطرة إنما ينفع (١٤) فى الدلالة على تساوى زاوية رصد الشمس وزاوية رصد القمر فإنهما إذا رؤيا معا(١٥) على زاوية واحدة لم يقع من ذلك خطأ فى الحكم بتساويهما فى ذلك البعد من القمر وأما تقدير هذه الزاوية ومساحتها من الآلة فذلك يعرض فيه(١٦) غلط كثير(١٧) ولما كان كذلك لم يعتبر من حال هذه الزاوية مساحة القطرين بل تساويهما بحسب الرؤية فقط وقد يعين(١٨) فى ذلك كسوفات شمسية تامة(١٩) فإنها قد تكون فى بعض الأوقات ذات(٢٠) مكث

---

(١) سا : قطرها
(٢) سا : أبعادها
(٣) سا : فكانت
(٤) سا : ترى
(٥) سا : مساوية
(٦) سا : بعدها
(٧) سا : ترى
(٨) سا : أكثر
(٩) سا : غير موجود
(١٠) سا : غير واضح
(١١) سا : وغلطه
(١٢) [لقطر الشمس] : غير موجود فى سا
(١٣) ف : لو لم
(١٤) ف : يقع
(١٥) ف ، سا ، د : غير موجود
(١٦) سا : غير موجود
(١٧) سا : كبير
(١٨) سا : تعين
(١٩) سا : غير موجود
(٢٠) ف : فى الهامش

وفى بعضها لايكون لهامكث وإذا كان لها مكث علم أن قطر القمر بالرؤية أعظم لامحالة من قطر الشمس لأنه (١) يتحرك (٢) تحتها (٣) إلى مفارقتها (٤) وهو بعد لها (٥) ساتر وإذا لم يكن مكث (٦) فحينئذ يكون القطران متساويين فى الرؤية فإنه لو كان قطر القمر أصغر لما كانت الشمس تنكسف بكليتها ولو كان قطر الشمس أصغر لكان يكون لتمام الكسوف مكث ولم يوجد كسوف شمسى (٧) والقمر عند البعد الأبعد إلا (٨) ولم يكن له مكث وكانت كسوفاته التامة التى فى الأبعاد الوسطى والقريبة من الأرض ذات مكث فثبت من هذا أن قطره فى البعد الأبعد مساو لقطر الشمس وأما مقدار القطرين فقد بين له وجه (٩) امتحان من كسوفين أحدهما قد كان انكسف ربع قطره من جهة الجنوب وكان حساب التقويم من جهة الشمس (١٠) والقمر جميعا يوجب أن يكون القمر بعده من العقدة طك وكان قريبا من أوج التدوير إذكان البعد (١١) بينهما قريبا من عشرين درجة إلا سبع دقائق ولامحالة أن مركز التدوير يكون قريبا من أوج الحامل فكان (١٢) هذا البعد عن العقدة فى هذا القطع من المخروط الذى هو عند قرب القمر من أوج التدوير الذى هو على قرب من أوج الحامل يوجب هذا القدر من وقوع قطر القمر (١٣) فى الإظلام والثانى كسوف شمالى كسف فيه مقدار نصف قطر القمر أوجب تقويم الشمس والقمر أن يكون البعد من العقدة (و مح) (١٤) والبعد من أوج التدوير قريبا من البعد الأول إذ كان ما بينهما (١٥) ثمانية وعشرون (١٦) جزءا وخمس دقائق وهذا التفاوت لا يؤثر فى البعد عن الأرض

---

(١) سا : لأنها
(٢) سا : تتحرك
(٣) سا : تحته
(٤) سا : مفارقته
(٥) سا : لذ
(٦) سا ، د : لها مكث
(٧) سا : غير موجود
(٨) سا : لا
(٩) ف : ينتهى سياق الكلام فى المخطوط فى آخر صفحة ١٠٤ وتكملته أول صفحة ١٠٣
(١٠) سا ، د : [القطر فيه] بدلا من [ربع قطره]
(١١) [من جهة الشمس والقمر جميعاً يوجب أن يكون القمر بعده من العقدة طك وكان قريبا من أوج التدوير إذ كان البعد] : غير موجود فى سا
(١٢) سا : فى الهامش
(١٣) سا ، د : التدوير
(١٤) ف : رمح — وفى سا : ه ر مح
(١٥) فى هامش ف : [ما بينهما عشرين]
(١٦) سا ، د : وعشرين

ما يعتد به فهذا القدر من البعد عن العقدة يوجب أن يكون الكسوف واصلا إلى مركز دائرة جرم القمر وعرض القمر فى المقام الأول يكون (ح مح ل) وعرض القمر فى المقام الثانى يكون (ه م م) (١) والفضل بينهما (ح ر ن) (٢) وربع قطر القمر يعدل (ح ر ن) (٣) فالقمر (٤) بأسره (٥) فى هذا المقام يوتر (٦) من أعظم (٧) الدوائر (ح لا ك) (٨) ونصف قطر المخروط فى هذا الموضع يوتر (٩) العرض (١٠) المكتوب فى الرصد الثانى إذ كان الكسوف تأدى (١١) إلى مركز دائرة القمر ومركز المخروط هو (١٢) على دائرة البروج دائما وهذا أصغر من ضعف وثلاثة (١٣) أخماس نصف قطر جرم القمر مما لا يعتد به وقد حقق (١٤) هذا الاعتبار وصدقه تواتر أرصاد أخرى .

فصل

فى معرفة بعد الشمس (١٥) وما يتبين ببيانه (١٦)

قال (١٧) وإذ (١٨) قد (١٩) تقرر هذا فلنا (٢٠) سبيل إلى معرفة بعد الشمس

---

(١) سا : ه م م — (٢) سا : ه ر ن

(٣) سا : ه ر ن — (٤) ف : والقمر

(٥) ف : فى الهامش — وفى سا : بايثره

(٦) سا : يؤثر

(٧) سا ، د : [أعظم من] بدلا من [من أعظم]

(٨) سا : ه لا ك

(٩) ب : وتر — وفى ف : توتر

(١٠) سا : للعرض

(١١) سا : يأدى

(١٢) سا : وهو

(١٣) سا : ثلاثة

(١٤) سا : يحقق

(١٥) ف : القمر

(١٦) [فصل فى معرفة بعد الشمس وما يتبين ببيانه] : غير موجود فى سا ، د

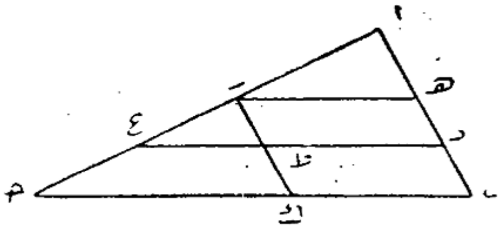
(١٧) سا : غير موجود

(١٨) سا : وإذا

(١٩) سا : غير موجود

(٢٠) ب : هنا

وعظمها (١) واستخراج (٢) ذلك باعتبار كسوف (٣) قمرى (٤) ولنقدم له مقدمة فنقول إن (٥)مثلث أ ب ﺟ قد خرج فيه د ح موازيا لقاعدته و : د ه مساو ل : ب د وقد خرج من ه مواز (٦) آخر هو (٧) ه ر فـ : ه ر ، ﺟ ب (٨) جميعا ضعف د ح فلنخرج ر ك موازيا ل : ب ه فظاهر أن ر ه ، ب ك (٩) مجموعين



شكل (٩٩)

ضعف د ط ونسبة ﺣ ك : ط ح هى نسبة ك ر : ط ر (١٠)أعنى ب ه: د ه (١١) وهى نسبة الضعف فـ : ﺟ ك ضعف ط ح فجميع ر ه ، ب ك ، ك ﺣ (١٢) ضعف جميع د ط ح (١٣)(*)فلتكن دائرة ك ل م للأرض و : ح د ه (١٤) للقمر فى أبعد بعده

---

(١) سا : وعظمه
(٢) سا ، د : واستخرج
(٣) ب : كسوفات
(٤) سا : شمسى
(٥) سا : غير موجود
(٦) سا : موازى
(٧) سا : هر
(٨) سا : [ف : ر ه ، ﺣ ب]
(٩) ف : ر ه يط
(١٠) ف : ل ر ط
(١١) سا : [ه ر] بدلا من [ب ه : د ه]
(١٢) ف : [ر ه و : ل ع] –وفى سا [ر ه ، ب ل ، ل ع] –وفى ب : ل ﺣ فى الهامش
(١٣) سا : د ط ط ع (١٤) ف ، سا : [و : ح ر ه]
(*) مقدمة لتعيين بعد الشمس وحجمها :
ا ب ﺣ مثلث فيه د ع ، ه ر يوازيان القاعدة ب ﺣ . فاذا كان ب د = ٢ د ه فإن ٢ د ع = ه ر + ب ﺣ
البرهان : فى شكل (٩٩) نرسم ر ط ل موازيا للضلع ا ب ليقابل د ع فى نقطة ط والقاعدة ب ﺣ فى نقطة ل

و : أ ب ﺣ (١) للشمس وقد كسفها القمر وهناك يرى جرماهما مماسين لمخروط البصر ولتكن (٢)هذه الدوائر فى سطح واحد وليفصل هذا السطح من المخروط الذى تقطعه الشمس من ظل الأرض بسطح (٣) أ س ﺣ ومن مخروط البصر الشامل للشمس والقمر سطح أ ن ﺣ (٤) ولنصل نقط مماسات الدوائر لقطع المخروطين على أ ﺣ ، ﻫ ح ، ك م ونخرج ﻫ ح إلى ر (٥) وليكن ع ق قطر دائرة الظل حيث يكون القمر فى بعده الأبعد وليمر (٦) خط د س سهما (٧) للمخروط الكبير المار بالمراكز كلها وهى د ، ط ، ن (٨) ويقطع ع ق على ف وأنت تعلم أن كل خطين ، مخرجان (٩) من (١٠) نقطة واحدة يماسان (١١) دائرة واحدة (١٢) فهما متساويان فخطا (١٣) ﺣ ن ، أ ن (١٤) وخطا (١٥) ن ح ، ن ﻫ (١٦) وأيضا خطا (١٧)

فى متوازى الأضلاع ﻫ ر ل ب : ﻫ ر ÷ ل ب = ٢ د ط

وفى المثلث ر ل ﺣ : ﺣ ل / ط ع = ل ر / ط ر = ب ﻫ / د ﻫ

لكن ب ﻫ / د ﻫ = ٢

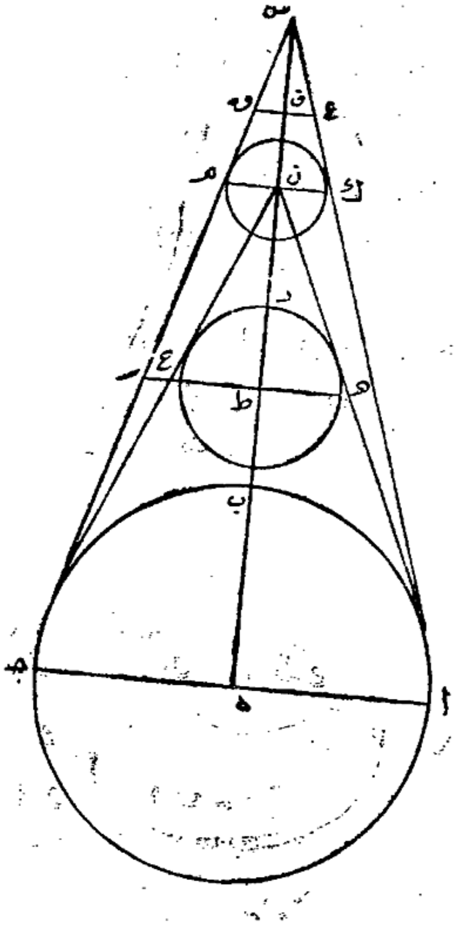
∴ ﺣ ل = ٢ ط ع

∴ ﻫ ر + ل ب + ﺣ ل = ٢ د ط + ٢ ط ع

∴ ﻫ ر + ب ﺣ = ٢ د ع   وهو المطلوب

(١) سا ، د : [و : ا ب ﺣ د]
(٢) سا ، د : فلتكن
(٣) سا : سطح
(٤) ف : ا ر ع
(٥) سا : ر ع
(٦) ف : ليمر – وفى سا : ولنمر
(٧) سا : بينهما
(٨) سا : ط ، ر
(٩) سا ، د : مخرجين
(١٠) سا : عن
(١١) ف : مماسان
(١٢) [يماسان دائرة واحدة] : غير موجود فى سا
(١٣) ف : فخط
(١٤) ف : ﺣ ق ، ا ر – وفى سا : ﺣ ر ، ا ق
(١٥) ف ، سا : وخط
(١٦) ف ، سا : ر ع ، ر ﻫ
(١٧) ف : خط

س ح ، س أ (١) و : س ع ، س ق كل اثنين منها متساويان ويحدث مثلثات متساوية الساقين ينفصل ساقا كل مثلث بقاعدته إلى متساويتين (٢) فيكون أ ح ، هـ ح (٣) متوازيين وكذلك أ ح ، ك م وكذلك أ ح ، ع ق وهي في سطح واحد فكلها (٤) متوازية وهي أقطار عند الحس وإن لم تكن في الحقيقة بل كانت



شكل (١٠٠)

متفاوتة (٥) بشيء لا يعتد به وزاوية أ ن ح (٦) معلومة فنصفها ط ن ح (٧)

---

(١) سا : س ع ، س أ

(٢) ف ، سا : متساويين

(٣) سا : أ ح ، هـ ح

(٤) ف : وكلها

(٥) سا : مفارقة

(٦) ف : ا ب ح — وفي سا : ا د ع

(٧) سا : ط د ع

معلوم (١) وزاوية ن ط ح (٢) قائمة لأنها مساوية لزاوية ن ط ه (٣) وخط(٤) ط ن (٥) لأبعد البعد معلوم فمثلث ط ن ح (٦) معلوم نسب الزوايا والأضلاع فنسبة ح ط إلى ط ن(٧) المعلوم النسبة إلى نصف قطر الأرض بل إلى ن م(٨) وهو نصف قطر الارض معلومة ونسبة ط ح إلى ف ق (٩) معلومة ف : ف ق معلوم و : ق ف ، ط ر هما ضعف م ن وهما (١٠) مجموعان(١١) معلومان و : ف ق ، ط ح معلومان يبقى ح ر معلوما ونسبة ن م إلى ح ر (١٢) كنسبة ن جـ إلى جـ ح بل (١٣) كنسبة ن د إلى ط د فبالتفصيل نسبة زيادة م ن (١٤) على ح ر (١٥) إلى ح ر (١٦) كنسبة ن ط (١٧) المعلوم إلى (١٨) ط د (١٩) ف : ط د معلوم ف : ن د (٢٠) معلوم ونسبة ط ح إلى د حـ(٢١) كنسبة ن ط (٢٢) إلى ن د (٢٣) ف : حـ د معلوم

---

(١) سا : معلومة
(٢) ف ، سا : ر ط ح
(٣) سا : ر ط ه
(٤) ف : ينتهى سياق الكلام في آخر صفحة ١٠٣ وتكملته أول صفحة ١٠٥
(٥) سا : ط ر
(٦) سا : ط ر ح
(٧) سا : (ط ع إلى ط ر) بدلا من [ح ط إلى ط ن]
(٨) سا : ر م
(٩) سا : د ق
(١٠) سا : فهما
(١١) ف ، سا ، د : مجموعين
(١٢) سا : [م ن إلى ر ح] بدلا من [ن م إلى ع ر]
(١٣) (كنسبة ن حـ إلى حـ ع بل) : غير موجود في سا
(١٤) سا : ف ق – وفي ب فوقها : ف ق
(١٥) سا : ر ع
(١٦) [إلى ع ر] : غير موجود في سا
(١٧) فوقها في ب : ط د
(١٨) فوقها في ب : إلى ن ط المعلوم
(١٩) سا ، د : [د ط إلى ط ن المعلوم] بدلا من [ن ط المعلوم إلى ط د]
(٢٠) ف : [ف : ب د]
(٢١) ف : د ع
(٢٢) سا : ر ط
(٢٣) ف ، سا : ر د

وقد خرج ن د (١) وهو بعد الشمس من الأرض عند هذا الرصد ١٥ ١٢ (٢)
وخط جـ د وهو نصف قطر الشمس (٣) (ه ل) بالتقريب وقد يعلم من ه ن ، ف ق
نسبة (٤) ن ف : ر س (٥) فيعلم ن س (٦) وخرج خط ن س (٧) ٢٦٨ (٨)
وقطر القمر إذا فرض واحدا كان قطر الأرض (جـ كد) (٩) وقطر الشمس
(يح مح) ونسب (١٠) الأكر إلى الأكر كنسب أقطارها مثلثة فيكون جرم الأرض مثل
جرم القمر (لط يه) (١١) بالتقريب وجرم الشمس مثل جرم القمر (١٢) ٦٦٤٤ (١٣)
وجرم (٣٨) الشمس (١٤) مائة وسبعين مرة (١٥) مثل جرم الأرض (١٦)
بالتقريب (١٧)

---

(١) سا : ل د
(٢) ف : ٠ ١٢١ – وفى سا ، د : ع ر ى
(٣) سا : الأرض
(٤) سا : غير موجود
(٥) سا : ى س
(٦) سا : ى س – وفى ا : غير واضح
(٧) سا : [حـ ط ، س ر] بدلا من [خط ن س]
(٨) ف : ٢٩٨ – وفى ب ، د : ر س ع – وفى هامش ب : [أى إذا كان م ن واحدا]
(٩) سا : حـ ك د
(١٠) سا ، د : ونسبة
(١١) سا : يط له
(١٢) [لط يه بالتقريب وجرم الشمس مثل جرم القمر] : فى هامش ب
(١٣) سا : [٧٧٤٤ مثلا ونصف] بدلا من [٦٦٤٤]
(١٤) سا : الشمس مثل جرم الأرض
(١٥) سا : مائة وستين مرة وربع
(١٦) [مثل جرم الأرض] : غير موجود فى سا
(١٧) ف : غير موجود

(*) تعيين بعد الشمس وحجمها :

فى شكل (١٠٥) ك ل م تمثل الأرض ومركزها نقطة ن ، ا ب حـ الشمس ومركزها نقطة د ، ع د ه القمر فى أقصى بعده عن الأرض عند كسوف الشمس . وليكن جانبا مخروط ظل القمر هما ا ه ن ، حـ ع ن ومخروط ظل الأرض ا ك س ، حـ م س . ولنفرض أن ع ق قطر دائرة الظل إذا كان القمر على نفس البعد من الجهة الأخرى للأرض . ونمد ه ط ع ليقابل جانب مخروط ظل الأرض فى نقطة ر

∵ زاوية ا ن حـ معلومة

∴ زاوية ط ن ع = ½ ا ن حـ = معلومة

فى مثلث ط ن ع : زاوية ط قائمة ، ط ن ع معلومة ، $\frac{\text{ط ن}}{\text{نصف قطر الأرض م ن}}$ معلومة

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{\text{ع ط}}{\text{ن م}}$ = نصف قطر القمر بالنسبة لنصف قطر الأرض

وكذلك يمكن معرفة ف ق بالنسبة لنصف قطر القمر

∴ نعرف النسبة $\frac{\text{ف ق}}{\text{ط ع}}$ أى أن $\frac{\text{ف ق}}{\text{ن م}}$ نسبة معلومة

لكن ف ق + ط ر = ٢ ن م (انظر التمهيد)

∴ $\frac{\text{ف ق}}{\text{ن م}} + \frac{\text{ط ر}}{\text{ن م}} = ٢$ أى يمكن معرفة النسبة $\frac{\text{ط ر}}{\text{ن م}}$

ومن ذلك نعلم $\frac{\text{ع ر}}{\text{ن م}} = \frac{\text{ط ر}}{\text{ن م}} = \frac{\text{ط ع}}{\text{ن م}}$

لكن من مثلث حـ ن م : $\frac{\text{ن م}}{\text{ع ر}} = \frac{\text{ن حـ}}{\text{حـ ع}}$

ومن مثلث ن د حـ : $\frac{\text{ن حـ}}{\text{حـ ع}} = \frac{\text{ن د}}{\text{ط د}}$

∴ $\frac{\text{ن م}}{\text{ع ر}} = \frac{\text{ن د}}{\text{ط د}}$

∴ $\frac{\text{ن م} - \text{ع ر}}{\text{ع ر}} = \frac{\text{ن د} - \text{ط د}}{\text{ط د}} = \frac{\text{ن ط}}{\text{ط د}}$

∴ $\frac{1 - \frac{\text{ع ر}}{\text{ن م}}}{\frac{\text{ع ر}}{\text{ن م}}} = \frac{\text{ن ط}}{\text{ن م}} \div \frac{\text{ط د}}{\text{ن م}}$

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{\text{ط د}}{\text{ن م}}$

لكنا نعلم $\frac{\text{ط ن}}{\text{ن م}}$

∴ $\frac{\text{ن د}}{\text{ن م}}$ تصبح معروفة وهى بعد الشمس بالنسبة لنصف قطر الأرض

وكذلك فى مثلث ن د حـ : $\frac{\text{ط ع}}{\text{د حـ}} = \frac{\text{ن ط}}{\text{ن د}}$

فصـــل

فى اختلافات[1] المنظر الجزئية للشمس والقمر[2]

ثم أن بطليموس ينتقل إلى تبيين حال اختلاف منظر القمر من جهة معرفة أبعاده أنه[3] إذا كان على أحد أبعاده المعلومة فكيف يعلم[4] اختلاف منظره فرسم أول شكل (١٠١) شكلا لاختلاف المنظر شبيهاً بالشكل الماضى فيكون ح موضعه الحقيقى و : ط[5] موضعه المرئى ويكون ح ط اختلاف منظره وهو عند الحس مثل ر ط وقال[6] وليكن [7] جـ د وهو بعد القمر عن سمت الرأس أجزاء معلومة فزاوية لك معلومة[8] و : ل قائمة فمثلث أ لك ل معلوم النسب وكذلك مثلث ا ل د[9] تصير [10] زاوية أ د ل بل ر أ ط[11] معلومة ولا فرق بينهما وبين التى على المركز بالقياس

∴ نعلم النسبة $\frac{\text{حـ د}}{\text{ف م}}$ وهى نصف قطر الشمس بالنسبة لنصف قطر الأرض والنتائج التى وصل إليها ابن سينا هى :

بعد الشمس بالنسبة لنصف قطر الأرض = ١٢$\frac{١}{٤}$

ونصف قطر الشمس بالنسبة لنصف قطر الأرض = ٥$\frac{١}{٢}$

ونصف قطر القمر بالنسبة لنصف قطر الأرض = $\frac{٥}{١٧}$

ومن ذلك استخرج نسب الأحجام

القيم الحديثة لنسبة نصف قطر الشمس = ١١٠ تقريباً

ونسبة بعد الشمس = ١٠٠٠٠ تقريباً

(١) ف : اختلاف

(٢) [فصل فى اختلافات المنظر الجزئية للشمس والقمر] : غير موجود فى سا ، د

(٣) ب : أى

(٤) سا : نعلم

(٥) [و : ط] : غير موجود فى سا

(٦) سا : غير موجود

(٧) سا : ليكون

(٨) [فزاوية لك معلومة] : غير موجود فى ف

(٩) فى هامش ب : [لمعرفة ضلع د ل من معرفة دلك ، ل لك وضلع ا ل]

(١٠) سا : يصير

(١١) سا : ر ط

إلى دائرة هـ ط (١) فقوس ر ط التي (٢) لا فرق بينها (٣) وبين ح ط (٤) في الحس معلومة وهو اختلاف المنظر في كل (٥) بعد معلوم (*) وزاوية (٦) هـ أ ر (٧) مساوية لزاوية ك وكذلك حسب لستة (٨) أجزاء ستة أجزاء إلى تتمة تسعين ثم أخذ التفاضل في كل ستة أجزاء ستة أجزاء فقسمه على ثلاثة واعتمد فيه الاختصار (٩) والتقريب والتجوز (١٠) فأثبته في الجداول (١١) على تفاضل اثنين

---

(١) سا : ط — (٢) سا : أعني التي

(٣) سا : بينهما

(٤) سا : [خط] بدلا من [ع ط]

(٥) سا : غير موجود

(*) حساب اختلافات المنظر الجزئية للقمر عند الأوج أو الحضيض :

في شكل (١٠١) ا ب الارض ومركزها نقطة ل ، ا الراصد ، هـ سمت الرأس . وليكن القمر عند نقطة د ، ونفرض دائرة ط ع ر هـ نصف قطرها لانهائي .

∴ الموقع الحقيقي للقمر هو نقطة ع

والموقع المرئي له هو نقطة ط

∴ ع ط هو الاختلاف عندما يكون القمر عند نقطة د

ويمكننا إعتبار أن ع ط = ط ر حيث أن ا ر يوازي ل ع

والمفروض أننا نعلم الزاوية السمتية للقمر هـ ل ع ، وبعده $\frac{ل د}{ا ل}$ بالنسبة إلى نصف قطر الأرض . والمطلوب تعيين اختلاف المنظر .

ننزل العمود ا ك على ل ع

في المثلث ا ك ل : زاوية ك = ٩٠ ، زاوية ل معلومة

∴ يمكن معرفة النسبتين $\frac{ا ك}{ا ل}$ ، $\frac{ل ك}{ا ل}$

وفي المثلث ا د ك : زاوية ك = ٩٠ ، النسبتان $\frac{ا ك}{ا ل}$ ، $\frac{د ك}{ا ل}$ معلومتان

∴ يمكن معرفة زاوية ا د ك أي زاوية ر ا ط

هذه الزاوية هي مقياس للقوس ط ر لأنه لا فرق بينها وبين ما إذا كانت عند المركز

وبما أن ط ر = ط ع تقريبا

∴ يمكن معرفة اختلاف المنظر لزاوية سمتية معلومة

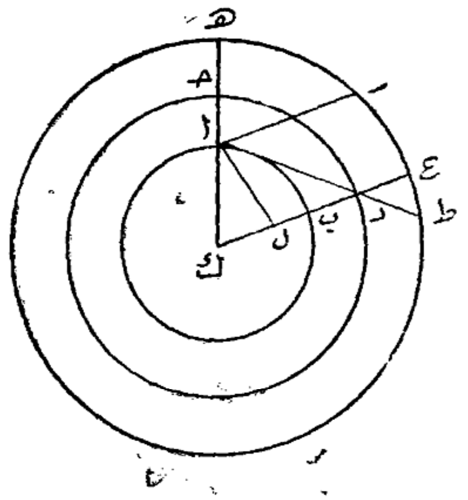
(٦) سا : غير موجود — (٧) سا : [و : هـ ا ر]

(٨) ف : كستة

(٩) سا : كل الاختصار

(١٠) سا : غير واضح

(١١) ف ، سا ، د : الجدول



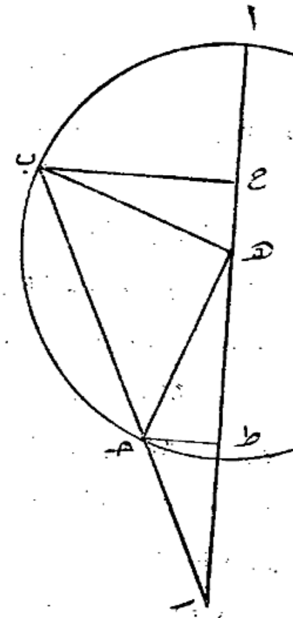
شكل (١٠١)

اثنين وقد رسم لاختلاف المنظر جداول أثبت فى[١] الأول منها أجزاء الربع[٢] متزايدة الصفوف بجزئين جزئين إلى تسعين وهى أجزاء البعد من سمت الرأس وفى الصف الثانى اختلاف منظر الشمس وفى الصف[٣] الثالث اختلاف منظر القمر فى[٤] الحد[٥] الأول وفى الصف[٦] الرابع فضل اختلافات المنظر فى الحد الثانى على الحد[٧] الأول وفى الصف الخامس اختلافات[٨] المنظر فى الحد الثالث وفى الصف السادس فضل الحد الرابع على الحد[٩] الثالث ولأن الأبعاد التى سلف[١٠] ذكرها للقمر وعلمت هى التى على الأوجين والحضيضين[١١] بحسب ما يعرف[١٢]

---

(١) ب : فيها
(٢) [أثبت فى الاول منها أجزاء الربع] : غير موجود فى سا
(٣) سا : غير موجود
(٤) سا ، د : وفى
(٥) سا : الجدول
(٦) سا : غير موجود
(٧) ف ، سا ، د : غير موجود
(٨) سا ، د : اختلاف
(٩) سا ، د : غير موجود
(١٠) سا : ينقلب
(١١) سا ، د : أو الحضيض
(١٢) سا ، د : مانرى ونعرف

من وجوه (١) فإن (٢) كان مركز (٣) القمر زائلا أو مركز (٤) أو شكل (١٠٢)
التدوير زائلا احتج أن يعلم البعد حتى يعلم اختلاف المنظر فليكن أ ب ج د (٥) للتدوير
و : ر مركز الأرض ولنخرج ر د أ على أن د هو الحضيض المرئى و : أ هو الأوج
المرئى وليكن ب نقطة زائلة عن الأوج المرئى عندها القمر أولا وليكن أ ب (٦)



شكل (١٠٢)

ثلاثين جزءاً ونصل ر ج ب (٧) ومن ب على قطر د أ عمود ب ح (٨) ومن ه
المركز ه ب (٩) فلأن زاوية ه (١٠) معلومة و : ح قائمة و : ه ب (١١) معلوم
فمثلث ه ب ح معلوم ف : ه ح معلوم (١٢) ف : ر ح كله و : ب ح معلومان فوترها

---

(١) سا ، د : وجوه القسمة – وفى ب غير واضح
(٢) سا ، د : فلو
(٣) سا : غير موجود
(٤) سا ، د : ومركز
(٥) سا : أ ب ج
(٦) ف ، سا ، د : غير موجود – وفى ب : فى الهامش
(٧) ف : جـ ب (٨) سا : ب جـ
(٩) [ومن ه المركز ه ب] : غير موجود فى سا
(١٠) سا : غير موجود
(١١) ف : [و : ه ر]
(١٢) [ف : ه ح معلوم] : غير موجود فى سا

ر ب معلوم[1] وليكن القمر فى هذا الشكل على جـ وهو معلوم من الحضيض ونخرج عمود جـ ط [2] فيعلم هـ ط فيبقى خط ر ط معلوماً ف : ر حـ معلوم سواء[3] كان مركز التدوير على الأوج أو الحضيض(*)

---

(1) [ف : ر ع كله و : ب ع معلومان فوترهما ر ب معلوم] : مكرور فى سا

(2) ف : ع ط

(3) سا : أو سواء

(*) حساب اختلافات المنظر عندما يكون مركز التدوير عند الأوج أو الحضيض بينما يكون القمر فى أى مكان من فلك التدوير :

إذا أمكن تعيين بعد القمر عن الأرض فى أى وضع أصبح اختلاف المنظر معلوما .

فى شكل (١٠٢) أ ب حـ د التدوير ومركزه نقطة هـ ، ولتكن الأرض نقطة ر .

نصل ر د هـ أ فتكون نقطة د هى حضيض التدوير ، ونقطة أ أوج التدوير . ولنفرض أن القمر عند نقطة ب ثم نصل ر حـ ب

المفروض أننا نعرف زاوية أ هـ ب والمطلوب تعيين ر ب

ويمكننا أيضا أن نفرض القمر عند نقطة حـ

المفروض فى هذه الحالة أننا نعرف زاوية د هـ حـ والمطلوب تعيين ر حـ

من نقطتى ب ، حـ ننزل العمودين ب ع ، حـ ط على ر د أ

فى المثلث هـ ع ب : زاوية ع = ٩٠ ، زاوية هـ معروفة ، والنسبة $\frac{\text{هـ ب}}{\text{ر هـ}}$ معروفة

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{\text{هـ ع}}{\text{ر هـ}}$

ومن ذلك نعلم النسبة $\frac{\text{هـ ع} + \text{ر هـ}}{\text{ر هـ}}$ أى $\frac{\text{ر ع}}{\text{ر هـ}}$

وبالمثل يمكن معرفة النسبة $\frac{\text{ع ب}}{\text{ر هـ}}$

وفى المثلث ر ع ب : زاوية ع = ٩٠ ، والنسبتان $\frac{\text{ر ع}}{\text{ر هـ}}$ ، $\frac{\text{ع ب}}{\text{ر هـ}}$ معلومتان

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{\text{ر ب}}{\text{ر هـ}}$ وهو المطلوب

أما بالنسبة لوضع القمر عند نقطة حـ :

فى المثلث هـ ط حـ : زاوية ط = ٩٠ ، زاوية هـ معلومة ، النسبة $\frac{\text{هـ حـ}}{\text{ر هـ}}$ معلومة

وإن كان فيما(١) بينهما فليكن(٢) أ ب جـ د(٣) خارج مركز على هـ و : ر مركز الأرض و : أ أوجا أ(٤) و جـ : حضيضاً و : ب عليه مركز التدوير ونخرج ر ب إلى د(٥) وعمود(٦) هـ ح ونصل هـ ب ، هـ د(٧) وليكن(٨) زاوية أ ر ب ، د ر جـ(٩) ستين جزءاً من أربع قوائم ووسط القمر إن كان على ب فالبعد بين النيرين ثلاثون(١٠) جزءاً لأنه نصف البعد عن(١١) الأوج وإن كان على د فيكون البعد (قك)(١٢) جزءاً(١٣) فلأن ضلع هـ ر الواصل وزاوية(١٤) أ ر ب(١٥) معلومة(١٦) و : ح قائمة ف : ح هـ

∴ يمكن معرفة النسبة (هـ ط) / (ر هـ)

ومن ذلك نعلم النسبة (ر هـ − هـ ط) / (ر هـ) أى (ر ط) / (ر هـ)

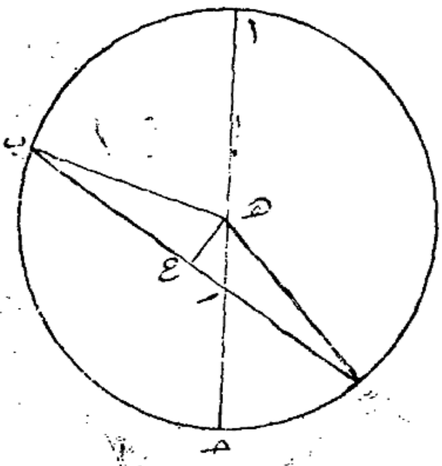
وبالمثل نعلم النسبة (حـ ط) / (ر هـ)

وفى المثلث ر ط حـ : زاوية ط = ٩٠ ، والنسبتان (ر ط) / (ر هـ) ، (حـ ط) / (ر هـ) معلومتان

∴ يمكن معرفة النسبة (ر حـ) / (ر هـ) وهو المطلوب

(١) سا ، د : [أو] بدلا من [كان فيما]
(٢) سا : ليكن (٣) سا : ا ب
(٤) [و : ا أوجا] : غير موجود فى سا
(٥) ف : در
(٦) ف : عمود
(٧) سا : هـ ب ، هـ ر
(٨) سا : فليكن
(٩) سا : ا ر ب ، حـ رع
(١٠) ب ، سا ، د : ثلاثين
(١١) سا : على
(١٢) سا : مائة وعشرين
(١٣) سا : غير موجود
(١٤) سا : وزاويتا
(١٥) سا : ر
(١٦) فى هامش ب : [فأضلاع هـ رع معلومة و : هـ ب معلوم ف : ع ب بل جميع ر ب معلوم]

معلوم وأيضاً ه ح ، ه ب معلوم وزاوية ح قائمة ف : ح ب بل جميع ر ب معلوم وأيضاً لأن زاوية ح(1) القائمة معلومة وضلعي(2) ه ح ، ه د(3) معلومان ف : ر د بعد د ح(4) معلوم ولأن (5) رج(6) وهو أحد بعدي النيرين(7) معلوم و : ر أ وهو(8) البعد الثانى من (9) الأبعاد الموضوعة معلوم ففضل ر ب(10) على ر ج(11) معلوم وكذلك ب ر ، ر د(12) فبالشكل الأول(13) وبهذا الشكل استخرج معرفة أبعاده إذا كان زائلا عن الأبعاد المذكورة الأولى(*) فقد علم إذن أبعاد القمر



شكل (١٠٣)

(١) سا : ح د
(٢) ب ، سا ، د : وضلعا
(٣) ف : ه ج ، ه ر
(٤) ف ، ب ، د : رج
(٥) ف : فلأن
(٦) سا : رج
(٧) سا : التدوير
(٨) ف : هو
(٩) سا : بين
(١٠) سا : ب
(١١) ف ، سا ، د : رج
(١٢) ف : ب د ، رد – وفى سا : [فى رد] بدلا من [ب ر ، ر د]
(١٣) [فبالشكل الأول] : غير موجود فى سا

(*) تعيين اختلافات المنظر إذا كان مركز التدوير بعيدا عن الأوج أو الحضيض :
فى شكل (١٠٣) ا ب ج د خارج المركز ومركزه نقطة ه ، وليكن مركز الأرض نقطة ر ، ا ه ج الخط الواصل بين الأوج والحضيض ، ولنفرض أن مركز التدوير عند نقطة ب نصل ب ر ونمده إلى نقطة د

كلها كيف كانت فوضع صفاً سابعاً (١) أثبت فيه (٢) الدقائق التى يعدل (٣) بها مافى السطر الرابع فيزادان جميعاً على الثالث جمل (٤) فيه (٥) ما يخرج (٦) من زيادات البعد الأول على الأبعاد المرئية التى تحدث بزوال القمر على الأوج من التدوير والتدوير على أوج الحامل منسوبة إلى الزيادة العظمى التى هى نصف (٧) قطر التدوير أى زيادة البعد الأبعد على بعد يعد (٨) من هذا الزوال كم نسبتها (٩) إلى نصف (١٠) قطر التدوير إذا فرض ستين وها هنا فقد حسب على أن نصف قطر التدوير (١١) (ى ل) (١٢) ونصف قطر الخارج (مطما) (١٣) والبعد الوسط ستون (١٤) وهذا الصف

ويمكننا أيضا أن نفرض مركز التدوير عند نقطة د .
ننزل العمود هع على بر
من البعد بين الشمس والقمر يمكن معرفة زاوية ا ر ب أو ١٨٠ + د ر ح لأن بعد مركز التدوير عن الأوج = ضعف البعد بين الشمس والقمر
فى مثلث هرع : زاوية ع = ٩٠ ، زاوية ر معلومة ، هر معلوم
∴ يمكن معرفة هع ، ع ر
وفى مثلث هع ب : زاوية ع = ٩٠ ، هع معلوم ، ه ب معلوم
∴ يمكن معرفة ع ب
∴ ع ب + ع ر = ب ر معلوم وهو المطلوب
وبالمثل فى المثلث د ه ع : زاوية ع = ٩٠ ، ه ع ، د ه معلومات
∴ يمكن معرفة دع
∴ دع – ع ر = در معلوم وهو المطلوب

(١) سا : [صفاتها معا] بدلا من [صفا سابعا]
(٢) سا : فيها
(٣) سا : تعدل
(٤) سا : حصل
(٥) سا : فيها
(٦) سا [تخرج] بدلا من [ما يخرج]
(٧) سا : غير موجود
(٨) ف : بعد
(٩) ف ، سا ، د : نسبته
(١٠) فى هامش ب : إلى قطر التدوير
(١١) [إذا فرض ستين وها هنا فقد حسب على أن نصف قطر التدوير] : غير موجود فى ب
(١٢) ف ، سا ، د : ى ل
(١٣) سا : مطما
(١٤) سا : س ه

السابع للدقائق التى يعدل بها ما فى السطر الرابع فيزاد على الثالث (١) ثم وضع صفاً ثامناً لذلك (٢) بعينه وعلى وجهه ومركز التدوير على الحضيض (٣) فتكون سطور العدد مأخوذة بالقياس إليها (٤) على أنها درج الزوال فى الاختلاف ولما كانت هذه الدرج مائة وثمانين (٥) لم يمكن (٦) أن تستوفى (٧) تسعين (٨) أو خمسة وأربعين التى هى أجزاء سطور العدد فأخذ كل جزء مكان جزئين فوضع (٩) كل ما يخرج بالحساب (١٠) بإزاء (١١) نصف (١٢) الدرج التى (١٣) خرج ذلك لها مثل أنه (١٤) والحساب على أن قطر (١٥) التدوير ١٦ (١٦) وبعد مركز التدوير من (١٧) مركز البروج (١٨) ٦٥ (١٩) وهذا الصف الثامن للدقائق التى يعدل بها ما (٢٠) فى السطر السادس (٢١) فيزاد على الخامس فإذا (٢٢) حصلت زيادة البعد الأول على البعد

---

(١) [وهذا الصف السابع للدقائق التى يعدل بها ما فى السطر الرابع فيزاد على الثالث] : غير موجود فى سا

(٢) سا : كذلك

(٣) فى هامش ب : [والحساب على أن قطر التدوير يو ﺳﺤ وبعد مركز التدوير من مركز الأرض س ه]

(٤) سا : إليهما

(٥) ف : غير واضح

(٦) سا : يكن

(٧) سا : يستوفى

(٨) سا : فى تسعين

(٩) سا : يوضع

(١٠) سا : الحساب

(١١) سا ، د : بحذاء

(١٢) ف : صف

(١٣) سا ، د : الذى

(١٤) سا : ا ب

(١٥) سا : مط

(١٦) سا ، د : لو

(١٧) سا : غير موجود

(١٨) سا : غير موجود

(١٩) سا ، د : س ه

(٢٠) سا : غير موجود

(٢١) سا ، د : [الوسط] بدلا من [السطر السادس]

(٢٢) سا : د : وإذا

المستخرج عند زوال ٦٥ (١) درجة كتب ذلك بحذا سطر (٢) ٣٥ (٣) ورتب صفاً تاسعاً أثبت(٤) فيه ما يكون من (٥) زيادة البعد الأول على الأبعاد التي تحدث من زوال مركز التلوير فأخذ (٦) تلك الزيادات ونسبها (٧) تلك النسبة إلى الزيادة العظمى التي هي (٨) ما بين كون المركز على الأوج وعلى الحضيض(٩) وهو بمقدار الفاضل(١٠) على أنه (ك لح)(١١) وبعد مركز التلوير من مركز الأرض ٦٥(١٢) وهذا الصف التاسع للدقائق التي يعدل بها فضل (١٣) مابين السطر(١٤) الثالث والخامس (١٥) فيزاد ما يخرج على الثالث أيضاً ولأن هذا الزوال يحدث زاوية عند مركز الأرض(١٦) هي ضعف البعد بين (١٧) النيرين فيكون نسبة سطور العدد إلى هذه الزيادات نسبة ضعف البعد بين النيرين (١٨) أو ضعف البعد بين أحدهما وتقاطر الآخر أيهما كان قرأ ب فإن زاد ضعف البعد على أجزاء الدور بضعف (١٩) ما يبقى ولأنه عرض ها هنا مثل(٢٠) ما عرض في الزوال الأول فأخذ مكان الجزء جزءان صار المأخوذ مكان

---

(١) سا ، د : ستين
(٢) سا ، د : سطرين
(٣) سا ، د : غير موجود
(٤) سا ، د : يبين
(٥) سا : بين
(٦) ف : فاحد
(٧) سا ، د : نسبتها
(٨) سا : غير موجود
(٩) سا ، د : [على الحضيض وعلى الأوج] بدلا من [على الأوج وعلى الحضيض]
(١٠) سا : الواصل – وفى هامش ب : [الفاضل على أنه يو]
(١١) ف : ل كح
(١٢) سا ، د : س ه
(١٣) سا : حصل – وفى هامش ب : تحصيل
(١٤) سا : الشطر
(١٥) سا : غير موجود
(١٦) سا : وهى
(١٧) سا : س
(١٨) [فيكون نسبة سطور العدد إلى هذه الزيادات نسبة ضعف البعد بين النيرين] : غير موجود فى سا
(١٩) ف : فضعف – وفى سا : ضعف
(٢٠) سا : غير موجود

البعد المضاعف(١) موضوعاً بإزاء البعد الغير المضعف وبين أنه إذا كان الزوالان أما الذى للقمر وأما الذى لمركز التدوير يوجب أبعاداً معلومة فيكون أيضاً بعد مابقى من طرح(٢) مابقى عن(٣) تمام اللون عن الأوج معلوماً مساوياً للأول .

فصل

فى تعديل اختلاف المنظر وتفصيله (٤)

قال فإذا أردنا أن نقوم اختلاف المنظر جعلنا(٥) الإقليم الساعة التى بين دائرة نصف النهار والنير وهو قوس من الدوائر(٦) المتوازية(٧) بينهما على(٨) ما علم وطلبنا(٩) زاويته فى جدول الزوايا لذلك الإقليم والبرج (١٠) على مافى المقالات الماضية فقوسنا تلك الزاوية على مابين فى جدوله (١١) فكان ذلك القوس التى بين سمت الرأس والنير (١٢) وهو تمام ارتفاعه فأدخلناه فى سطور العدد فإن كان للشمس أخذنا (١٣) ما بإزائه وهو (١٤) اختلاف منظرها وأما للقمر (١٥) فإنا نأخذ (١٦) ما بإزائه من صفوف الحدود الأربعة كلا على حده ثم نعود فننصف (١٧) للعلة المذكورة أجزاء

---

(١) سا ، د : المضعف

(٢) سا : طرح

(٣) سا ، ه : من

(٤) [فصل فى تعديل اختلاف المنظر وتفصيله] : غير موجود فى سا ، د

(٥) سا : حصلنا

(٦) سا : التداوير

(٧) سا : الموازية

(٨) سا ، د : على قدر

(٩) ه ، سا ، د : فطلبنا

(١٠) سا : والبروج

(١١) سا ، د : جداوله

(١٢) سا : والبين

(١٣) سا : [أخذ ما] بدلا من [أخذنا]

(١٤) سا : فهو

(١٥) سا ، د : القمر

(١٦) سا : نجد

(١٧) سا ، د : فنصفنا

قوس الاختلاف المقوم من الأوج الحقيقي وأخذنا تلك القوس (١) إن كانت أقل من قف(٢) واستعملناها (٣) بعينها(٤) وإن كانت أكثر أخذنا نصف فضل(٥) ثلثمائة وستين عليها واستعملناه (٦) فإذا فعلنا ذلك أخذنا ما بإزائها من الصف الثامن والسابع فيكون (٧) السابع لتعديل مافي الثالث بأن نضربه فيما وجدنا (٨) في(٩) الصف الرابع ويزاد على الثالث والثامن لتعديل الخامس بأن نضربه في المأخوذ من (١٠) السادس ونزيده على الخامس ثم أدخلنا أجزاء أقرب بعدد مابين النيرين أو بين القمر ومقابلة الشمس المقوم في سطور العدد وذلك بأن ننظر في البعد فإن كان أقل من تسعين (١١) أخذناه (١٢) بعينه وإن كان أكثر منه وأقل من (قف) (١٣) أخذت (١٤) فضل مائة وثمانين (١٥) عليه فإن كان أكثر من مائة وثمانين (١٦) إلى(١٧) مائتين وسبعين (١٨) أخذت فضله على مائة وثمانين (١٩) وإن كان أكثر من ذلك أخذت فضل ثلاثمائة وستين(٢٠) عليه(٢١) وكذلك أخذنا(٢٢) ما بإزائه في الصف التاسع وحصلنا

---

(١) [وأخذنا تلك القوس] : غير موجود في سا
(٢) سا : ثمانين
(٣) سا : استعملها
(٤) سا : غير موجود
(٥) ف : غير موجود
(٦) سا ، د : فاستعملناها
(٧) ب ، سا ، د : ويكون
(٨) سا ، د : وجد
(٩) سا ، د : من
(١٠) سا : عن
(١١) ب : ص
(١٢) ف ، سا ، د : أخذته
(١٣) [وإن كان أكثر منه وأقل من قف] : غير موجود في ف ، سا ، د
(١٤) ف ، سا ، د : وأخذنا
(١٥) ب : قف
(١٦) ب : قف
(١٧) ف : غير واضح
(١٨) سا : وتسعين – وفي ب : رض وصححها ر ع
(١٩) ب : قف
(٢٠) ب : شس
(٢١) [وإن كان أكثر منه وأقل من قف أخذت فضل قف عليه فإن كان أكثر من قف إلى رض أخذت فضله على قف فإن كان أكثر من ذلك أخذت فضل شس عليه] : في هامش ب
(٢٢) سا : أخذ

فضل ما بين اختلاف منظرى الصف الثالث والخامس (١) المقومين بالصف السابع والثامن كم هو فضربناه (٢) فيما (٣) خرج من (٤) التاسع وقسمناه على ستين (٥) فما(٦) حصل (٧) زدناه على أقل المقومين فما بلغ (٨) فهو اختلاف المنظر المقوم من دائرة الارتفاع وأن (٩) هذه الغاية إنما بأن أمر اختلاف المنظر المقوم من دائرة الارتفاع وبان (١٠) على أن القمر يكون على فلك البروج نفسه بلا عرض فإن الزوايا الموضوعة بساعاتها وقسيها هي لأجزاء فلك البروج وإن أخذ (١١) هذا على أن للقمر عرضاً كان على سبيل التجوز (١٢) . والآن فنريد أن نبين اختلاف المنظر فى الطول والعرض وأما كيف يكون هذا فأتى (١٣) بأمثلة(١٤) بالشكل (١٥) ليسهل تصوره (١٦) . لتكن دائرة (١٧) أ ب جـ د دائرة (١٨) الأفق (١٩) وليكن

---

(١) ف ، سا ، د : والسادس

(٢) ف ، سا ، د : فضربنا

(٣) ف ، سا ، د : فيه ما

(٤) ف ، سا ، د : فى

(٥) ف : س

(٦) ف ، سا ، د : وما

(٧) ف : يحصل

(٨) [فما بلغ] : فى هامش ف وغير موجود فى سا ، د

(٩) سا : وإلى

(١٠) [وأن هذه الغاية إنما بأن أمر اختلاف المنظر المقوم من دائرة الارتفاع بأن] : غير موجود فى ف

(١١) سا : أخذ

(١٢) سا : غير واضح

(١٣) سا ، د : فإنى

(١٤) ف ، سا ، د : أمثله

(١٥) ف : بشكل

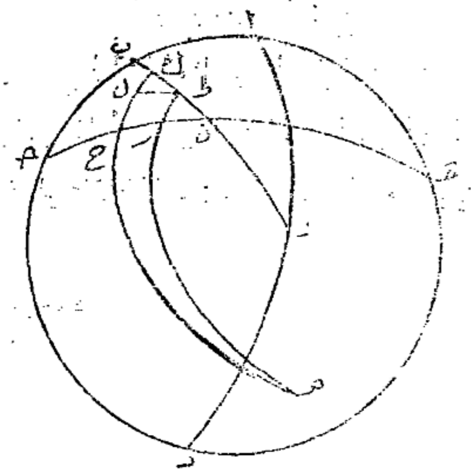
(١٦) سا : بصوره

(١٧) سا ، د : غير موجود

(١٨) ف ، سا ، د : غير موجود

(١٩) سا ، د : للأفق

قوس أود لنصف النهار ونقطه وفيها سمت الرأس شمالياً وليكن قوس جـ ن هـ[1] نصف دائرة البروج و : ر[2] درجة[3] القمر من البروج شمالية و : م نقطة قطب البروج وقد خرج من م قوس إلى[4] ر و إلى[5] ط وهو موضع القمر المحقق فى عرضه وقوس و ط ك ب[6] هى قوس الارتفاع وقد علم أنها تمر بموضع القمر الحقيقى والمرئى معاً لأنها تأتى[7] مركز القمر وتنفذ[8] إلى الموضع المرئى فإذا اتصل بمركز[9] القمر[10] خط[11] من مركز البروج مر بخط السمت أيضاً وكانت النقطة المقاطعة لمركز القمر ومركز القمر معا محاذيان من الطول والعرض



شكل (٤ - ١٠)

نقطة واحدة فيكون الأمر على ما قلناه من أن خط السمت يمر بالموضعين فلتكن[12]

---

(١) ف ، جـ هـ و
(٢) [و : ر] : غير موجود فى سا
(٣) سا : ودرجة
(٤) ف : ا
(٥) ف ، سا ، د : إلى
(٦) سا : و ط ى ب
(٧) سا : غير واضح
(٨) سا : غير واضح
(٩) ف : فى الهامش – وفى سا ، د : غير موجود
(١٠) ف : [بمركز بموضع القمر] بدلا من [بمركز القمر]
(١١) سا ، د : بخط
(١٢) سا : فليكن

نقطة[1] ك موضعه المرئى فيكون قوس ط ك هو انحرافه الكلى وهو إلى الجنوب لأن ط تكون[2] أقرب إلى سمت الرأس من ك ، ك[3] تكون على[4] الجنوب ولنخرج من قطب البروج إلى ك الذى هو موضعه المرئى قوس م ح ك[5] يقطع دائرة البروج على ح[6] و : ح أقرب إلى المشرق من ر فيكون موضعه من البروج لو[7] كان القمر بالحقيقة على ك لكن ذلك بالرؤية ف : ح[8] موضع القمر من البروج بالرؤية ف : ر ح انحراف منظر القمر فى الطول وهو إلى المشرق على توالى البروج لأن ك أبعد من نقطة[9] التقاطع إلى الأفق فيكون[10] ح أبعد من ر ولأن نقطة ن[11] هى نقطة التقاطع بين السمتية[12] والبروجية ف : ح ك[13] أطول من ط ر فعرضه المرئى[14] أزيد فلنوجد ح ل[15] مثل ر ط فيكون[16] ل ك هو التفاوت بين العرض الحقيقى والعرض المرئى فهو اختلاف المنظر فى العرض ولأن قوسى[17] م ح ، م ر[18] متساويتان[19] و : رط ، ح ل متساويتان[20] يكون م ط

---

(1) سا : غير موجود

(2) سا : يكون

(3) سا : ك ر ك

(4) سا ، د : إلى

(5) ف : ف ع ل - وفى سا : م ع ل

(6) ف ، سا ، د : د

(7) ف : إذا

(8) سا : يح

(9) ف ، سا ، د : غير موجود

(10) ف : فليكن

(11) ف ، سا ، د : ر

(12) ف : الشمسية - وفى سا : السمتة

(13) سا : [ف : ح ك]

(14) ف ، سا ، د : غير موجود

(15) ف : ح ك

(16) ف ، سا ، د : يكون

(17) سا : قوس

(18) ف : ح ع ، م ر

(19) ف ، سا ، د : متساويان

(20) ف : متساويان - وفى سا : [و : رط ، ح ل متساويتان] غير موجود

م ل(۱) متساويتان (۲) أيضا(۳) فيكون ط ل بالحقيقة أطول من ر ح لكنه قد يعرض أحيانا أن نجعل هذه القسى كأنها خطوط مستقيمة لصغرها فى ذلك الموضع فإذا جعلت خطوط مستقيمة وكانت زاويتا ر ، ح قائمتين(٤) جعل ط ل موازيا لـ : ر ح ومساويا على سبيل التجوز وحيث لايقع فيه خلل كبير(٥) فيكون ط ل بالتقريب مساويا هناك لاختلاف المنظر فى الطول أعنى مساويا لـ : ر ح فيكون مثلث ط ك ل تشتمل عليه أضلاع ثلاثة كلها انحرافات أما ط ك(٦) فالانحراف الكلى وأما ط ل(٧) فالطولى وأما ك ل(٨) فالعرضى (*) وإذا كانت زاوية ط ر ن(٩) قائمة فزاوية ط ن ر (١٠) حادة فزاوية و ن ح(١١) منفرجة فحيث(١٢) الانحراف على(١٣) على توالى البروج فالزاوية السمتية(١٤) الشمالية منفرجة وقد(١٥)

---

(١) ف ، سا ، د : ر ط ، م ل

(٢) ف : متساويين – وفى سا ، د : متساويان

(٣) ب : وأيضاً (٤) ب : قائمتان

(٥) سا : كثير (٦) ف ، سا ، د : ط ل

(٧) ف : ط ل

(٨) ف : ل ر – وفى سا : ل ن

(*) توضيح اختلاف المنظر فى الطول والعرض :

فى شكل (١٠٤) ا ب حـ د الأفق ، ا و د تصف النهار حيث نقطة وسمت الرأس ، حـ ر هـ البروج ، نقطة م قطب البروج . ولنفرض أن نقطة ط هى الموضع الحقيقى القمر ، فتكون و ط هى القوس السمتية الحقيقية وهى أقل من القوس السمتية المرئية ، فيكون الموضع المرئى للقمر نقطة ل .

نصل م ط ، م ل ليقطعا البروج فى ر ، ع ونرسم ط ل موازيا ر ع ، فيكون ط ل هو اختلاف المنظر الكلى ، ط ل اختلاف المنظر فى الطول ، ل ل اختلاف المنظر فى العرض .

ونلاحظ هنا أن العرض المرئى أكبر من العرض الحقيقى ، أى أن اختلاف المنظر فى العرض موجباً باعتبار أن :

اختلاف المنظر فى العرض = العرض المرئى – العرض الحقيقى

وذلك فى حالة وقوع البروج بين القمر وبين سمت الرأس

(٩) ف : ط ر ب

(١٠) ف ، سا ، د : ط ب ر

(١١) ف : و ل حـ – وفى سا ، د : و ب حـ

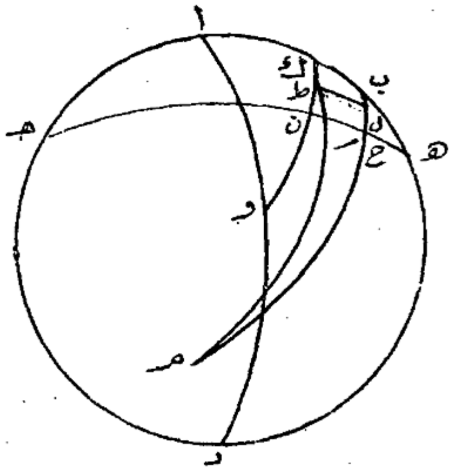
(١٢) سا ، د : غير واضح

(١٣) سا : من

(١٤) ف : الشمسية

(١٥) ف : فى الهامش – وفى سا ، د : غير موجود

يمكنك[1] أن تعكس هذا وتعلم أنه إذا كانت السمتية[2] الشمالية[3] حادة[4] فإن القائمة وانحرافها تقع شرقيا ولو وقعت نقطة ح أقرب إلى ن[5] من ب[6] حتى تكون غربية لكان ك تقع[7] بين ن ، ط[8] فيكون الانحراف بسمت[9] شمالى إلى الشمال وهذا لا يمكن لأن[10] الانحراف يقع[11] إلى البعد لا إلى القرب ولنمثل لهذا شكلا آخر يكون فيه السمت شماليا لكن القمر غربي جنوبي العرض فنعلم الانحرافات على قياس ذلك ونتصور أن الكلى إلى الجنوب كما كان وأن[12]



شكل (١٠٥)

---

(١) سا ، د : ويمكنك

(٢) ف : الشمسية

(٣) ف ، سا ، د : غير موجود

(٤) ب : [منفرجة] - ومكتوب فوقها [حادة] - وفى هامش ب : [ويمكنك أن تعكس هذا وتعلم أنه أذا كانت السمتية حادة فإن القائمة وانحرافها تقع غربياً لا شرقياً]

(٥) سا : ر

(٦) سا : ر

(٧) سا : يقع

(٨) سا : ل ، ط

(٩) ف : سمت

(١٠) سا : أن

(١١) [بين ن ، ط فيكون الانحراف بسمت شمالى إلى الشمال وهذا لا يمكن لأن الانحراف يقع] : فى هامش ف

(١٢) سا : فإن

الطولى[1] إلى المغرب ونعلم أن الزاوية الشرقية الشمالية حادة إذ التى تقاطعها وتلى القائمة حادة وباقيها الغربية الشمالية التى إلى أفق الجهة منفرجة كما كان فى الأول(*) وأنت إذا جعلت سمت الرأس وهو[2] نقطة[3] وجنوبية ثبت[4] أن الانحراف يكون شماليا فإن الأمر[5] فى الزوايا بالعكس وقد ظهر لك من هذا أنه ربما كان الطول المرئى فى جهة الطول الحقيقى ويزيد عليه وربما كان فى غير وجهته[6] وينقص منه وذلك[7] مثل ذلك فى العرض فإنه إذا كان منطقة البروج بين السمت وبين الكوكب[8] كان العرض المرئى[9] على[10] الجهة المقابلة زائداً[11] فى العرض الجنوبى[12] الحقيقى وإذا كانت منطقة البروج ليست جهة السمت فقد يقع اختلاف العرض ناقصا مثاله[13] لتكن دائرة أ ب جـ د[14] للأفق[15] و : أ و د[16] لنصف النهار . و : جـ ر هـ[17] للبروج و : جـ ح هـ[18] للمائل و : و سمت الرأس و : ط موضع القمر بالحقيقة و : ب ط و دائرة الارتفاع[19] و : ى[20] موضعه

---

(1) سا : الطول

(*) نفس ماسبق ذكره فى حالة ما إذا كان القمر فى الناحية الأخرى من نصف النهار – شكل (١٠٦)

(2) سا : وهى (3) سا : د

(4) ب ، سا ، د : يثبت

(5) سا ، د : وأن

(6) سا : جهة

(7) ف ، سا ، د : ذلك

(8) ف : الكواكب

(9) ف : فى الهامش – وفى سا ، د : غير موجود

(10) سا ، د : إلى

(11) ف ، سا ، د : زائدة

(12) ف : فى الهامش – وفى ب ، سا ، د : غير موجود

(13) ف : بين السطرين – وفى سا ، د : غير موجود

(14) سا : ب حـ هـ

(15) ف ، سا ، د : الأفق

(16) ف : [و : ل هـ ل] – وفى سا [و : ا و ل]

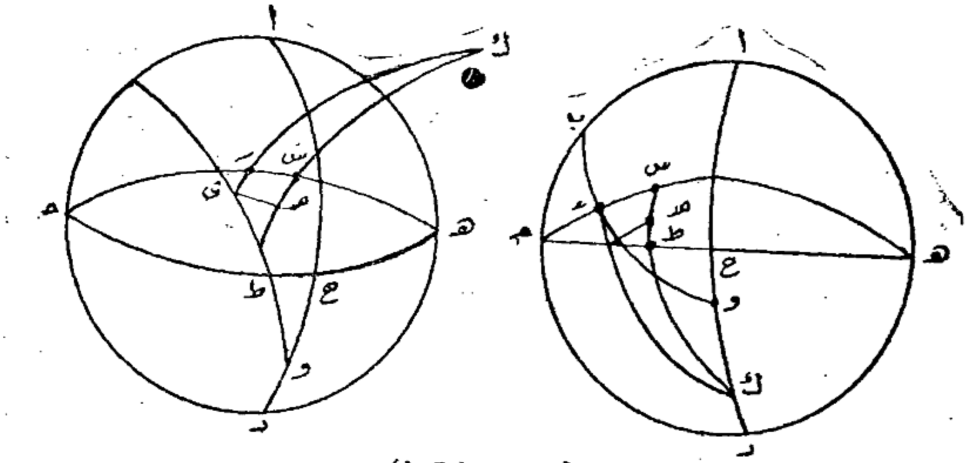
(17) سا : [و : حـ هـ]

(18) ف ، سا ، د : [و : حـ حـ د]

(19) [و : ب ط و دائرة الارتفاع] : غير موجود فى ف ، سا ، د

(20) سا : وفى

بالرؤية و : ك ط م س(١) من القسى العرضية وكذلك ك ى ر(٢) وقد علمت أن ط ى اختلاف المنظر الكلى و : س درجة الكوكب و : س ط عرضه الحقيقى و : ر ى عرضه بحسب الرؤية و : م ط اختلاف منظره فى العرض ناقصا(*) وقد



شـــكل (١٠٦)

تقع صورة الشكل بحيث لايكون هناك اختلاف منظر فى العرض أصلا(٣) وذلك إذا كان سمت الرأس على دائرة البروج(٤) والقمر على تلك الدائرة مثاله أ ب جـ د أفق(٥) و : أ هـ جـ لنصف النهار و : هـ سمت الرأس و : و موضع القمر بالحقيقة و : ر موضعه بالرؤية وقوس و ر انحرافه الكلى وهو بعينه الطولى(٦) وليس ر(٧) خارجا عن البروج بالرؤية حتى يكون له عرض بالرؤية(٨)

---

(١) ف [و : ك م ط] – وفى سا : [ك م ط]

(٢) ف ، سا ، د : ك رى

(*) نظرية ٣١ : إذا وقع القمر بين البروج وبين سمت الرأس كان اختلاف المنظر فى العرض سالبا

البرهان فى شكل (١٠٦) ا ب جـ د الأفق ، ا و د نصف النهار ، جـ ر هـ البروج ، جـ ع هـ فلك القمر .

ولتكن نقطة و هى سمت الرأس ، ونقطة ط الموضع الحقيقى للقمر ، ونقطة ى موضعه بالرؤية

∴ اختلاف المنظر الكلى هو ط ى ، والعرض الحقيقى س ط ، والعرض المرئى رى .

أما اختلاف المنظر فى العرض فهو م ط ويكون العرض المرئى أقل من الحقيقى

أى أن اختلاف المنظر فى العرض يكون سالباً

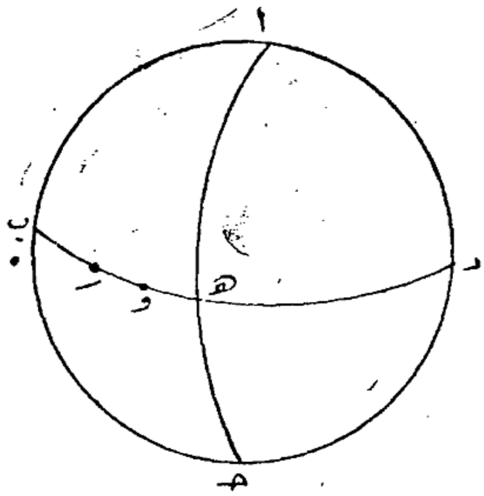
(٣) سا : غير موجود (٤) سا : غير موجود

(٥) ف ، سا ، د : (أفق ا ب جـ) بدلا من (ا ب جـ د أفق)

(٦) ف : فى الهامش – وفى سا : الطول

(٧) ف : سا – وفى ب : ق

(٨) [حتى يكون له عرض بالرؤية] : غير موجود فى سا



شكل (١٠٧)

أو بالحقيقة(**) وقد تقع صورة الشكل بحيث لا يكون اختلاف منظر في(١) الطول البتة بل في العرض وذلك أنه إذا كان القمر(٢) على تسعين(٣) من الأفق وأنت تعلم أنه ليس يجب أن يكون تسعين (٤) في كل وقت على وسط السماء بل ربما كان زائلا وإنما يكون في وسط السماء إذا كانت الدائرة المارة بالأقطاب الأربعة منطبقة(٥) على وسط السماء لكن بطليموس قد يتجوز في كثير من المواضع فيجعل القمر إذا كان في وسط السماء كيف كان وكأنه(٦) لا اختلاف منظر له في الطول يعتد به

(**) نظرية ٣٢ : ينعدم اختلاف المنظر في العرض إذا وقع القمر على البروج ومرت دائرة البروج بسمت الرأس

البرهان : في شكل (١٠٧) أ ب ﺣ د الأفق ، أ ﻫ ﺣ نصف النهار حيث نقطة ﻫ سمت الرأس ، د ﻫ ب البروج ، وليكن الموضع الحقيقي للقمر عند نقطة و ، فمن الواضح أن الموضع المرئي ر يقع على دائرة د ﻫ ب المارة بسمت الرأس

∴ اختلاف المنظر الكلي هو و ر وذلك يساوي اختلاف المنظر في الطول

أما اختلاف المنظر في العرض = صفر

(١) سا : إلى

(٢) ف ، سا ، د : المنظر

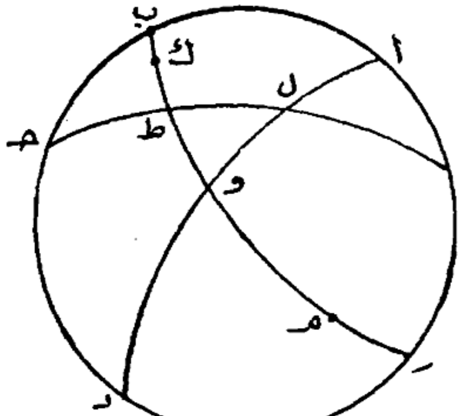
(٣) ب : ص

(٤) ب : ص

(٥) سا : منطقة

(٦) ب : كأنه

وأما بالحقيقة فإنما يكون الأمر على ما نقول(١) إذا كان (٢) بالصفة المذكورة ولنمثل(٣) الشكل للزوال(٤) وليكن(٥) أ ب جـ د هـ للأفق و : أ و د لنصف النهار(٦) و : جـ ل هـ(٧) للبروج و : ل وسط السماء من البروج(٨) التي



شكل (٩٠٨)

بين أول الجدي إلى آخر الجوزاء ويكون بين نقطة ل وبين نقطة جـ الطالع أكثر من تسعين(٩) ويقع(١٠) م وهو قطب فلك(١١) البروج إلى جهة المغرب و : ط درجة الكوكب والكوكب عليها أو على ك وليكن و سمت الرأس و : ب ط الارتفاع وليكن(١٢) ط ل أو و ط أو و ك(١٣) تمام الارتفاع المرئي و : ط (١٤) تقسم

---

(١) ب ، سا ، د : نقوله
(٢) سا : مكرر
(٣) سا : وليل
(٤) سا : إلى الزوال
(٥) ف ، سا ، د : ليكن
(٦) [ا ب جـ د هـ للأفق و : ا و د لنصف النهار] : غير موجود في سا
(٧) ف ، سا : جـ ل هـ
(٨) ب : البروج – وبين السطرين [الدروج]
(٩) ب : ص
(١٠) ف ، سا : وتقع
(١١) ف ، سا ، د : غير موجود
(١٢) [وسمت الرأس و : ب ط الارتفاع وليكن] : غير موجود في ف ، سا ، د
(١٣) سا : [و ط ل أو ط ل م] بدلا من [ط ل أو و ط أو و ك]
(١٤) ف : [ف : ط]

قوس(١) جـ هـ بنصفين أو ط ك(٢) الانحراف أو ك م والقول فيهما سواء فإذا(٣) أخرج(٤) من م قوس يمر بسمت الرأس وهو قطب الأفق كان ماراً(٥) بقطبي(٦) دائرة أ ب جـ د ودائرة البروج فوجب أن تقسم الدائرتين أرباعا فتقع إذن(٧) على ط وتنطبق على دائرة الارتفاع فلا(٨) تفعل انحرافا في الطول البتة بل في العرض وهو قوس ط ك(٩) أو ك م فهو الانحراف الارتفاعي والعرضي معا ويسمى قوس ر ط(١٠) عرض إقليم الرؤية وفي هذا الموضع(١١) فإن الزاوية السمتية(١٢) تكون(١٣) قائمة(*) فهذا وجه بيان أحوال انحراف(١٤) المنظر

---

(١) ف : في الهامش – وفي سا ، د : غير موجود

(٢) ف : [و : ط ل] – وفي سا [و : ط ل]

(٣) ب : وإذا (٤) سا : خرج

(٥) ب : [كانت مارة] بدلا من [كان ماراً]

(٦) سا : بقطي

(٧) ب : [الآن] – وفي الهامش [إذن] وفي سا : إذا

(٨) سا : ولا

(٩) ف ، سا ، د : ط ل

(١٠) سا : و ط

(١١) سا : غير موجود

(١٢) ف : الشمسية

(١٣) ب : غير موجود

(*) نظرية ٣٣ : ينعدم اختلاف المنظر في الطول إذا كان بعد درجة طول القمر عن الأفق ٩٠° مقاساً على دائرة البروج

البرهان : في شكل (١٠٨) اب جـ د الأفق ، ا و د نصف النهار حيث نقطة وسمت الرأس ، حـ ل هـ البروج حيث ل تقاطعه مع نصف النهار (ل : وسط السماء) .

ولنفرض أن م قطب البروج ، ط درجة القمر حيث القمر نفسه إما عند نقطة ط أو عند نقطة ل ، وحيث ط منتصف قوس البروج أي أن هـ ط = ط حـ = ٩٠°

والمطلوب إثبات أن اختلاف المنظر في الطول = صفر أو إثبات أن الدائرة م و تمر بنقطتي ط ، ل وتكون عمودية على البروج

والبرهان على ذلك واضح لأن الدائرة م و تمر بقطبي الأفق وبقطبي البروج إذن فهي :

أولا تكون عمودية على كل من هـ ل حـ ، هـ ب حـ

ثانيا تقسم هـ ط حـ ، هـ ب حـ أرباعاً

أي أن تقاطعها مع هـ ل حـ يبعد عن كل من هـ ، حـ بمقدار ٩٠°

∴ التقاطع هو نقطة ط وهو المطلوب

(١٤) سا : غير موجود

وإذا علم الانحراف الكلى وزاويته(١) التى فى طرفه والزاوية التى يوترها قائمة سهل معرفة الانحرافين الآخرين(٢) لأن هذه(٣) الخطوط تعد مستقيمة فيحدث(٤) فيها مثلث قائم الزاوية معلوم الزوايا وضلع فتعلم الأضلاع لأنه(٥) إذا صار الانحراف معلوما وزاوية طرفه معلومة وهو يوتر(٦) قائمة صارت(٧) الزوايا كلها معلومة وكذلك(٨) نسب(٩) أضلاعها ثم قد ظهر لك من هذه الأشكال أنه إذا كان سمت الرأس شماليا فاختلاف(١٠) المنظر جنوبى وإذا كان جنوبيا فاختلاف المنظر شمالى وإذا كان المائل(١١) بين سمت الرأس والبروج كان الانحراف العرضى ينقص من الصحيح(١٢) وإن كان فلك(١٣) البروج(١٤) متوسطا كان الانحراف العرضى زائداً وبان من أمر الطول أنه إذا كانت الزاوية السمتية(١٥) الشرقية الشمالية منفرجة فإن الانحراف الطولى إلى المشرق أو حادة فإلى المغرب وعلى عكس البروج هذا فى الانحراف الذى إلى الجنوب فإن كان إلى الشمال فالأمر بالعكس وأنه إذا كانت الزاوية قائمة فلا انحراف فى الطول ولما بين بطليموس هذه(١٦) الأشياء عاد فذكر أن كلام من قبله فى انحراف(١٧) المنظر الارتفاعى ليس على الحقيقة وإنما هو تقريب(١٨)

---

(١) سا : فزاويته

(٢) سا : غير موجود (٣) ب : بين السطرين

(٤) ف ، سا ، د : فحدث

(٥) ف ، سا ، د : فإنه

(٦) سا : يوتر

(٧) سا : صار

(٨) ف : فى الهامش – وفى سا : غير موجود

(٩) سا : ونسب

(١٠) ف : واختلاف

(١١) فى هامش ب : البروج

(١٢) [وإذا كان المائل بين سمت الرأس والبروج كان الانحراف العرضى ينقص من الصحيح] : مكرر فى سا

(١٣) ف ، سا ، د : غير موجود

(١٤) ف ، سا ، د : المائل – وفى أ : [البروج] وبين السطرين [المائل]

(١٥) ف ، سا : الشمسية

(١٦) سا : هاذه

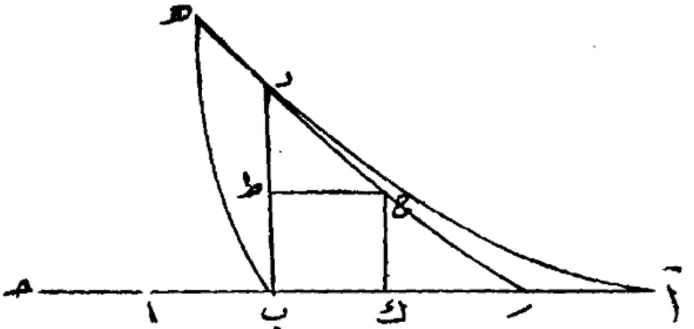
(١٧) سا : الانحراف

(١٨) سا : بقريب

وإن كان مما لا يضر ضرراً مؤثراً فى أوقات الكسوفات لا هو[1] ولا ترك[2] مراعاة اختلاف منظر الشمس أما كيفية كون كلامهم تقريبا[3] غير حقيقى فلأنهم قد استعملوا بدل القوس الارتفاعية التى[4] تأتى[5] القمر وهو[6] فى دائرة العرض قوسا أخرى وهى تمام ارتفاع درجته فى الطول وذلك لأن أبرخس[7] وضع الشكل الذى[8] بين[9] به[10] اختلاف المنظر فى الطول والعرض هذا أ ب جـ[11] من فلك البروج و : أ د من فلك[12] المائل و : أ عقده[13] والقمر على د وهى نقطة معلومة و : د ب القائمة على أ ب جـ[14] قوس العرض[15] المعلوم فيكون ب موضع القمر فى الطول ويكون[16] معلوما ويكون د ب عرضه الحقيقى ولتكن[17] هـ نقطة سمت الرأس ولنخرج[18] منه إلى ب قوس هـ ب وأخرى تمر[19] على د من المائل[20] وعلى القمر وهى قوس هـ د ر وليكن د ح اختلاف المنظر الارتفاعى وليكن د ط العرضى و : ح ط[21] أعنى ك ب[22]

(1) سا : لا هى
(2) سا : نزل
(3) سا : تقرسا
(4) ف ، سا ، د : إلى
(5) ب ، ف : غير واضح — وفى سا : باقى
(6) ف ، سا ، وهى
(7) سا : إثرجس
(8) سا : غير موجود
(9) ف : يتبين — وفى سا : يبين
(10) ف : فيه
(11) ف : ا ل حـ
(12) سا ، د : الفلك
(13) ف : فى الهامش
(14) ف : ا ل حـ
(15) ف ، سا ، د : للعرض
(16) سا ، د : فيكون
(17) ف ، سا ، د : فلتكن
(18) سا : ويتخرج
(19) سا : هو
(20) فى هامش ب : أى على القمر
(21) ف : [و : حـ ط]
(22) ف : ل ب

الطولى ولو كانت قوس هـ د وهو البعد الحقيقى معلومة لكان قوس د ح وهو انحرافه يعلم[1] وإنما المعلوم فيما سلف قوس من سمت الرأس إلى نقطة[2] معلومة من البروج لا من المائل ولا من موضع آخر ولو[3] كانت أيضا زاوية هـ ر جـ[4] معلومة من فلك البروج كان المطلوب من انحرافى الطول والعرض قد يتوصل إلى معرفته من معرفة د ح لو عرف ومعرفة زاوية ط ح د إذا كانت[5] كزاوية[6] هـ ر جـ[7] إذ كان ط ح كالموازى ل : أ جـ[8] ومعرفة[9] زاوية[10] د ط ح إذ هى كزاوية د ب[11] القائمة[12] فكان يعلم نسب مثلث د ط ح ولكن المعلوم هـ ب لا هـ د[13] وزاوية هـ ب جـ لا زاوية[14] هـ ر جـ[15] وأبرخس[16] يأخذ



(١٠٩)

---

(١) سا : فعلم — (٢) سا : نقط
(٣) سا ، د : فلو
(٤) سا : هـ رع
(٥) سا : كان
(٦) سا : لزاوية
(٧) سا : هـ رع
(٨) سا : [لـ : ا]
(٩) سا : غير موجود
(١٠) سا : وزاوية
(١١) سا : د
(١٢) سا : بالقائمة
(١٣) سا : هـ ر
(١٤) سا ، د : غير موجود
(١٥) ف : هـ د جـ
(١٦) سا : وانرجس

قوس ه د(١) معطاة بأن يجعل قوس ه ر معطاة(٢) وزاوية ه ر ج معطاة فلنجعل(٣) ر د معطى(٤) ويبقى(٥) ه د معطى(٦) وبيانه مقصور على بعد واحد مثل بعد أ د (٧) (*) قال لكنا نقول إن كان مركز القمر على نصف النهار شماليا أو جنوبيا فيكاد ينطبق(٨) الانحراف الارتفاعي على نصف النهار وفى هذا ما علمت فيكون حينئذ(٩) الانحراف الارتفاعي والعرضي واحداً وعلى ما سلف ذكره ومثاله(١٠) أن يكون أ ب ج من فلك البروج وخط(١١) د ب ه(١٢) قائم(١٣) عليه و : ب سمت الرأس ودرجة القمر(١٤) وليكن القمر على د أو على(١٥) ه فيكون عرضه من البروج د ب أو ب ه وتكون القسى(١٦) والزوايا التى عند نقطة ب مفروضة

---

(١) سا : ه ر

(٢) سا : مغطاه

(٣) سا : فنجعل

(٤) سا : مغطى

(٥) سا ، د : فيبقى

(٦) سا : مغطى

(٧) ف : أ ج

(*) ذكر بطليموس أن من جاءوا قبله أخطأوا فى حساباتهم لاختلاف المنظر لأنهم لم يأخذوا القوس من سمت الرأس إلى القمر بل من سمت الرأس إلى درجته فى الطول وإن كان الفرق بسيطاً جدا فى حالة الكسوفات

فى شكل (١٠٩) أ ب ج البروج ، أ د المائل حيث القمر عند د ، أ العقدة . ولتكن نقطة ه سمت الرأس

∴ ه د هى القوس من سمت الرأس إلى القمر

فإذا كان د ب عموداً على البروج ، كانت نقطة ب هى درجة القمر فى الطول . وقد أخذ الأقدمون قوس ه ب بدلا من قوس ه د . وبالطبع كلما كان القمر د قريباً من العقدة أ صغر الفرق بين ه د ، ه ب

∴ فى حالة الكسوفات يكون الفرق فى الحسابات صغيراً لا أثر له .

(٨) سا ، د : أن ينطبق

(٩) سا ، د : غير موجود

(١٠) سا : ومثل له

(١١) سا : [و : ج ط]

(١٢) سا : دن

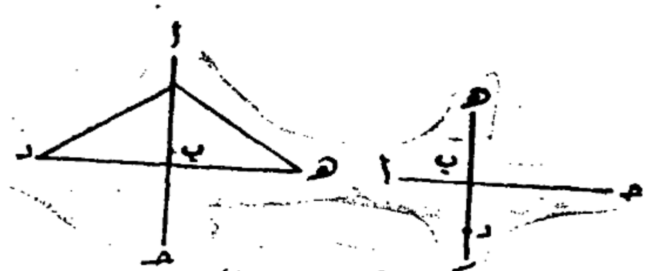
(١٣) سا : قائمة

(١٤) [ودرجة القمر] : فى هامش ف – وفى ب : بين السطرين

(١٥) ف : د أ على – وفى سا ، د : وعلى

(١٦) سا ، د : [الطلب للقسى] بدلا من [القسى]

معلومة ويكون الطلب للقسى والزوايا التى عند[1] نقطة د [2]أو نقطة [3] هـ فإن جعلنا نقطة ر سمت الرأس غير نقطة ب وكان[4] فلك البروج قائماً [5] على الأفق انطبقت[6] القوس التى من ر إلى ب على درجة القمر الذى[7] من ر[8] إلى د



شكل (١١٠)

أو إلى[9] هـ وهما فى هذا [10] الشكل انحرافان شرقى وغربى كما عرفت فلم يكن انحراف منظر فى العرض بل فى الطول زائد أو ناقص والتفاوت فيه التفاوت بين ر ب ، ر د [11] أو بين ر ب ، ر هـ وهو انحراف[12] المنظر وكانت الزوايا من هذه الخطوط لاتقع إلا قوائم فكانت [13] المعرفة سهلة فإن وقع السمت على البروج والقمر خارج له عرض مثل مافى هذا الشكل حتى يكون سمت الرأس على أ مثلا و : د أو هـ موضع الكوكب و : ب درجته فيكون حينئذ قوسا أ ب ، أ د متخالفين[14] وكذلك قوسا أ ب ، أ هـ ويحدث عند د وعند هـ زاويتان متخالفتان [15] للتين

---

(١) [نقطة ب مفروضة معلومة ويكون الطلب للقسى والزوايا التى عند] : فى هامش ب – وفى ف : غير موجود

(٢) سا : د أ (٣) سا : ونقطة

(٤) سا ، د : فكان

(٥) فى هامش ب : على المار بقطبى الأفق

(٦) سا : أنطبق

(٧) سا ، د : التى

(٨) ف ، سا ، د : ب

(٩) ب ، سا ، د : وإلى

(١٠) ف : فى الهامش

(١١) سا : [ورد] بدلا من [رب ، ور د]

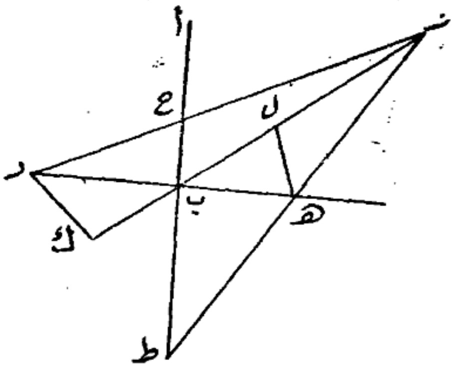
(١٢) سا : لانحراف

(١٣) ب ، سا ، د : وكانت

(١٤) ب : متخالفان – وفى سا ، د : متخالفين

(١٥) سا ، د : متخالفتان

عند ب ويكون أ د ، أ هـ (١) معلومين إذا أقيما مقام وتريهما لقلة ما بين ذلك من الاختلاف وإنما يكونان معلومين(٢) لأن أ ب ، ب د(٣) أو أ ب ، ب هـ(٤) معلومان والزاوية قائمة فيعلم أ د وهو البعد الحقيقي من (٥) سمت الرأس فيعرف انحرافه بما عرف(*) وأما إذا كان السمت وموضع القمر مائلين عن البروج فقد



شكل (١١١)

---

(١) سا : أ ك ، أ هـ
(٢) [إذا أقيما مقام وتريهما لقلة ما بين ذلك من الاختلاف وإنما يكونان معلومين] : مكرر فى سا
(٣) ف : أ ب ، رد
(٤) سا : [أ ب ، هـ ، ب د أ ، أ ب ، ب هـ] بدلا من [أ ب ، ب د أو أ ب ، ب هـ]
(٥) سا ، د : عن
(*) نظرية ٣٤ : إذا كانت درجة القمر فى الطول عند سمت الرأس فإن اختلاف المنظر فى الطول = صفر

فى شكل (١١٠) أ ب حـ فلك البروج : ولنخط د ب هـ عمودى على البروج ؛ وليكن القمر عند نقطة د

∴ نقطة ب هى درجة القمر فى الطول ، ولنفرض أنها أيضاً سمت الرأس

∴ د ب دائرة الارتفاع من ناحية ودائرة العرض من ناحية أخرى

∴ اختلاف المنظر يكون فى إتجاه د ب أى يكون كله فى العرض

∴ اختلاف المنظر فى الطول = صفر

نظرية ٣٥ : إذا كان البروج عموديا على الأفق والقمر على نصف النهار فإن اختلاف المنظر فى الطول = صفر

البرهان مماثل لما سبق فى نظرية (٣٤)

نظرية ٣٦ : إذا كان سمت الرأس على البروج بعيداً عن درجة طول القمر ولكن القمر ليس على البروج كان هناك اختلاف منظر فى الطول والعرض

والبرهان واضح كما سبق (شكل ١١١)

يعرف ذلك بأن يخرج أولاً قوس الأرتفاع جنوبياً كان أو شمالياً ثم يستخرج انحراف المنظر فليكن أ ب ط فلك البروج و : ه موضع القمر من المائل شمالياً و : د جنوبياً وهما معلومان ف : ه ب [1] ، ب د قوساً العرض[2] على زوايا[3] عند ب قائمة من أ ب ط و : ر [4] سمت الرأس و : ر ه ط [5] قوس الارتفاع ملاقياً لفلك البروج على ط و : ر د قوس الارتفاع[6] مقاطعاً لفلك البروج على ح ويريد [7] أن يعلم ر ه ، ر د وليخرج قوس ارتفاع ر ب ك [8] ومعلوم أنه يحدث عند ب زاوية معلومة ويخرج ه ل ، د ك عمودين[9] على ر ب ك[10] فلأن[11] زاوية ر ب أ [12] معلومة يبقى ل ب ه من القائمة معلوماً[13] وكذلك د ب ك [14] معلومة وزاويتا ل ، ك قائمتان[15] و : ه ب ، ب د[16] معلومتان فمثلثا[17] ب ه ل [18] ، ب د ك معلومان [19] ف : ر ب [20] معلوم النسبة من ب ل ، ب ك [21] لأنه معلوم النسبة من ه ب ، ب د المتساويين ف : ر ل الباقي معلوم و : ل

---

(١) سا : [و : ه ب]
(٢) ف : للعرض
(٣) سا : ر ا و : ب ا
(٤) سا : وله
(٥) ف : [ف : د ه ط]
(٦) سا ، د : ارتفاع د
(٧) سا : ونريد
(٨) سا ، د : ب ك - وفي ف : ر ب ه
(٩) ف : عمودان
(١٠) سا ، د : ر ب - وفي : ب ك
(١١) سا ، د : ولأن
(١٢) سا : د ب ا
(١٣) سا ، د : معلومة
(١٤) سا : د ر ك
(١٥) سا ، د : قائمة
(١٦) ف : [و : ه ب ، ر د]
(١٧) سا : فمثلثات
(١٨) سا : ه ل
(١٩) ب : معلومين
(٢٠) سا : [و : ر ب]
(٢١) سا : ب ل ، ر ك

قائمة فوتر ر ه معلوم وكذلك زاوية ب معلومة وزاوية ك قائمة و : ب د[1] معلوم ف : ب ك ، ك د معلومان فجميع ر ب ك معلوم و : ك د معلوم و : ك قائمة ف : ر د[2] معلوم وكذلك زاويتا ر من مثلثى ر ه ل ، ر ك د[3] معلومتان فزاويتا ط ، ح[4] الشرقيتان الشماليتان معلومتان لأن زاوية ط تنقص عن زاوية ب السمتية المعلومة بزاوية ط ر ب المعلومة وزاوية ح تفضل على زاوية ب بعينها بزاوية د ر ب المعلومة فقد علمنا قوسى[5] ر ه ، ر د فنعرف[6] انحرافهما الارتفاعي وعرفنا زاويتى ح ، ط الحادثتين عند فلك البروج من قوسى[7] الارتفاع فلا يحتاج أن يؤخذ[8] بدلها زوايا[9] أخرى بل يكفينا[10] هى فى تعرف زوايا مثلث[11] الانحرافات (*)

---

(1) سا : [و : ب ه]
(2) سا : [ف : ر ح]
(3) [من مثلثى ر ه ل ، ر ك د] : فى هامش ب
(4) ف ، سا : [معلومتان فزاويتا ط ، ح من مثلثى ر ه ل ، ر ك د] بدلا من [من مثلثى ر ه ل ، ر ك د معلومتان فزاويتا ط ، ح] - وفى سا : [وزاويتا] بدلا من [فزاويتا]
(5) سا : قوس
(6) ف : نعرف
(7) سا : قوس
(8) سا : غير واضح
(9) سا : ذواتا
(10) سا : تكفينا
(11) سا ، د : مثلثات

(*) تعيين اختلاف المنظر فى الطول والعرض بمعرفة موقع القمر وزاوية تقاطع البروج مع درجة القمر وبعد هذه الدرجة عن سمت الرأس

فى شكل (111) أ ب ط دائرة البروج ، نقطة ه أو د موقع القمر . ولتكن نقطة ر سمت الرأس والمعلوم هو عرض القمر ه ب أو د ب وكذلك زاوية ر ب أ ..

نصل ر ه ونمده ليقطع دائرة البروج فى نقطة ط . أو نصل ر د ليقطع دائرة البروج فى نقطة ح ثم ننزل من نقطتى ه ، د العمودين ه ل ، د ك على ر ب ك

سنبدأ أولا بتعيين اختلاف المنظر الكلى ، وذلك يقتضى تعيين قوسى الارتفاع ر ه ، ر د .

فى المثلث ه ل ب : زاوية ل = ٩٠ ، ه ب معلوم ، زاوية ب = ٩٠ - ر ب أ = معلومة

∴ يمكن معرفة ه ل ، ل ب (أو فى المثلث د ب ك نعلم د ك ، ك ب)

لكن ر ب معلوم

∴ نعلم ه ل ، ر ل (أو -ك ، ر ك)

وفى المثلث ر ل ه : زاوية ل = ٩٠ ، ه ل ، ر ل معلومان

∴ نعرف ر ه ، وزاوية ه ر ل (أو ر د ، وزاوية د ر ك)

قال فبين أن أكثر ما يكون (١) الفضل عند هذه الزوايا التى عرفنا تفاضل ما بينها يكون عندما تكون ب نقطة سمت الرأس فلا(٢) تحدث حينئذ عند ب الزاوية التى كانت تحدث من قوس السمت وتكون (٣) القسى الواصلة بين ب وبين د أوه تحدث (٤) زوايا قائمة عند ب لأن الواصل بين ه ، ب وبين د ، ب من الخارجة من القطب فيكون الفضل زاوية قائمة وهذا الفضل من جنس الفضل الذى يكون — للوجود(٥) عند العدم ولذلك (٦) أكثر الفضل بين هذه القسى يكون أيضاً فى هذه الحال إذ لا يحدث قوس ارتفاعية (٧) عنه(٨) البتة إن كان القمر عند(٩) ب وأما إن كان عند ه أو (١٠) د كانت القوس التى هى من السمت إلى القمر مثل العرض بالتقريب أى العرض مع قليل انحراف منظر يوجبه هذا القدر من البعد بين (١١) السمتية إن كان فى الجهتين بالسوية على ما علمته (١٢) وأيضاً إذا كان وضع البروج بحيث تكون الدائرة السمتية قائمة على البروج فحينئذ يكون الاختلاف بين قوسى (١٣)

بذلك نكون علمنا قوسى الارتفاع ره ، رد

ولكى نعرف مركبتى الطول والعرض يجب أن نعلم زاوية رط ا (أو زاوية رح ا)

زاوية رط ا = رب ا − ه رل = معلومة

وزاوية رح ا = رب ا + درل = معلومة

∴ يمكن معرفة اختلاف المنظر فى الطول العرض

(١) سا : غير موجود

(٢) ف : ولا

(٣) سا : ويكون

(٤) [السمت وتكون القسى الواصلة بين ب وبين د أوه تحدث] فى هامش ب — وفى سا : [وبين د ا وبين ه تحدث] بدلا من [وبين د أو ه تحدث]

(٥) ف : الوجود

(٦) ف : وكذلك

(٧) سا : ارتفاعيته

(٨) سا : غير موجود

(٩) سا : ب ه

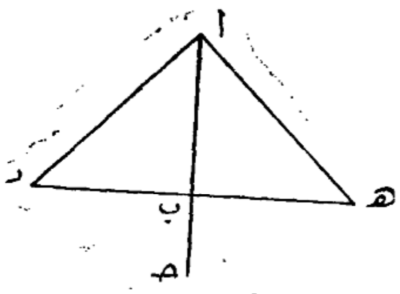
(١٠) سا : د أو ه

(١١) سا : من

(١٢) سا : علمت

(١٣) سا : قوس — وفى هامش ب : [قوسى رد ، ره وبين قوس رب]

أ د ، أ هـ(١) وبين قوس أ ب(٢) هو قوس انحراف العرض فإن كان السمت على البروج والقمر ليس على البروج مثل ماهو(٣) فى هذا الشكل وهو أحد الأشكال الماضية يكون(٤) حينئذ قوس(٥) السمت أعنى أ د أو أ هـ أعظم من أ ب بأقل من د ب أو هـ ب لأن مجموع ضلعين أطول من الثالث وتكون(٦) زاوية ب أعظم



شكل (١١٢)

من زاوية د أو زاوية هـ بزاوية أ لأن زاويتى أ ، د أو أ ، هـ(٧) مثل قائمة فتفضل بأصغر من قائمة (*) فإن وقع الميل فى السمت والقمر جميعاً مثل ما فى الشكل الذى جعل

(١) سا ، د : رد ، ره
(٢) سا ، د : رب
(٣) سا : غير موجود
(٤) سا : فيكون
(٥) د : غير موجود
(٦) د : ويكون
(٧) سا ، د : اد ، اه

(*) نظرية ٣٧ : الفرق بين البعد السمتى للقمر والبعد السمتى لدرجة طول القمر أقل من عرض القمر والزاوية بين البعدين السمتيين أقل من ٩٠

البرهان فى شكل (١١٢) نفرض أن سمت الرأس نقطة ا واقعة على البروج حيث ا ب حـ البروج ، وليكن د أو هـ موضع القمر ودرجة طوله نقطة ب

∴ البعد السمتى للقمر = ا د

والبعد السمتى لدرجة طوله = ا ب

وعرض القمر = ب د

والزاوية بين البعدين السمتيين = د ا ب

والمطلوب إثبات أولا أن ا د − ا ب أقل من ب د

وثانياً أن زاوية د ا ب أقل من ٩٠ درجة

فى المثلث ا ب د : الضلع ا د أقل من مجموعى الضلعين ا ب ، ب د

∴ ا د < ا ب + ب د

∴ ا د − ا ب < ب د وهو المطلوب أولا

وبما أن زاوية ا ب د = ٩٠ درجة

∴ زاوية د ا ب أقل من ٩٠ درجة وهو المطلوب ثانياً

فيه ر سمت الرأس وطلب(١)فيه سائر الأشياء فيكون ر ب أطول من ر ﻫ بأصغر(٢) من ﻫب الذى للعرض لأن زاوية(٣) ط ب ﻫ(٤) قائمة فزاوية ب ﻫ ط حادة فزاوية ر ﻫ ب منفرجة فرب أطول بأقل(٥) من ﻫ ب إذ كل ضلعين أطول(٦) من الثالث وأما قوس ر د فهى أطول من ر ب(٧) لأن ر ب د أعظم من قائمة لأنها خارجة عن مثلث ب ك د(٨) القائم(٩) زاوية(١٠) ك(١١) و : ر د أطول بأقل من ب د(١٢) أيضاً وأما حال الزوايا فإن زاويتى ب تفضلان(١٣) على زاويتى ط ، ح كما علمت بزاويتى د(١٤) فكل(١٥) واحدة منهما أصغر من قائمة(**) وبين بطليموس كيفية

---

(١) سا : يطلب

(٢) [من ر ﻫ بأصغر] : غير موجود فى ف

(٣) سا : غير موجود

(٤) سا : ط ن

(٥) د : بل قد

(٦) سا ، د : أقل

(٧) [إذ كل ضلعين أقل من الثالث وأما قوس رد فهى أطول من ر ب] : مكرر فى سا

(٨) ف : رك د

(٩) سا ، ﻫ : القائمة

(١٠) سا : الزاوية — وفى د : غير موجود

(١١) ب : ب ك د — وفى د . وكذ — وفى سا : ولك ر

(١٢) سا : رد

(١٣) سا : يفضلان

(١٤) سا ، د : ر

(١٥) د : وكل

(**) إثبات نظرية (٣٧) إذا لم يقع سمت الرأس على البروج

فى شكل (١١٣) ا ب ﺣ البروج ، ونقطة ر سمت الرأس ، والقمر عند د أو ﻫ . ولتكن نقطة ب درجة طول القمر .

∴ البعد السمتى للقمر = رد أو رﻫ

والبعد السمتى لدرجة طوله = ر ب

وعرض القمر = ب د أو ب ﻫ

والزاوية بين البعدين السمتيين = د ر ب أو ﻫ ر ب

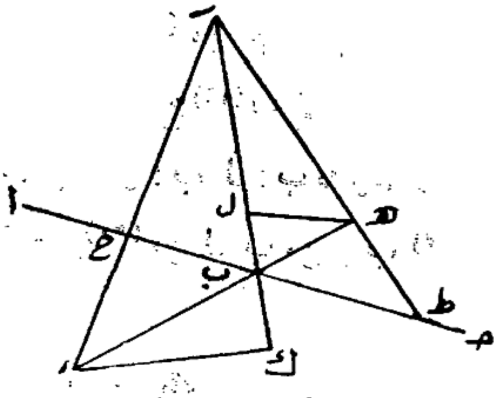
والمطلوب إثبات أولا أن ر ب - رﻫ أقل من ﻫ ب (أو ر ب - رد أقل من د ب)

وثانياً أن زاوية ب ر ﻫ أقل من ٩٠° (أو ب رد أقل من ٩٠°)

نصل رد ، رﻫ ليقطعا البروج فى نقطتى ح ، ط ونننزل العمودين ﻫ ل ، د ك على ر ب

بما أن زاوية ط ب ﻫ = ٩٠°

الحساب علي هذا الوجه المصحح لاستخراج إختلاف المنظر بأن أخذ [1] تمام قوابين الارتفاع للدرجة [2] المحققة مثل ب ر [3] في هذه الصورة وأخذ [4] مقدار الزاوية التي [5] لتلك القوس فتكون زاوية [6] أ ب ر [7] وهي مثل زاوية ل هـ ب [8] لأن [9] زاوية د ب ر الخارجة مثل زاويتي ل ، هـ والقائمتان ـ متساويتان فنضعفهما حتى تصير زاوية المركز وقدرها من الزوايا قدر القسي [10]



شكل (١١٣)

∴ زاوية ب هـ ط أقل من ٩٠

∴ زاوية ز هـ ب أكبر من ٩٠

∴ ر ب أكبر من ر هـ

لكن ر ب أقل من رهـ + هـ ب

∴ ر ب – رهـ أقل من هـ ب وهو المطلوب أولا

وبما أن زاوية رهـ ب منفرجة

∴ زاوية ب ر هـ ∠ ٩٠ درجة وهو المطلوب ثانيا

ويمكن إثبات نفس الشيء إذا اعتبرنا القمر عند د

(١) سا ، د : يأخذ

(٢) سا ، د : الدرجة

(٣) سا : ر ب

(٤) سا ، د : ويأخذ

(٥) د : غير موجود

(٦) سا ، د : غير موجود

(٧) سا : غير واضح

(٨) سا ، د : ا هـ ب

(٩) سا : لا

(١٠) د : غير واضح

فإذا فعلت ذلك صارت قوطاً فتأخذها(١) قوساً كما تدرى ثم تأخذ وترتلك(٢) القوس فتكون ل و(٣) وتأخذ(٤) وترقوس بقية نصف دائرة و ر ه ل(٥) فتعرف نسبة أحدهما إلى الآخر(٦) وإلى ه ر (٧) مأخوذاً قطراً ومائة وعشرين جزءاً فإذا ضرب في عدد ه ر(٨) وتر(٩) القائمة وهو العرض أعنى عدد ه ب من حيث هو عرض لا من حيث هو قطر مثلا من حيث هو خمسة أجزاء لا(١٠) من حيث هو مائة وعشرون فإن عدده من حيث هو عرض هو(١١) معلوم وقسم على مائة وعشرين عرف كل واحد منهما بواحد (١٢) هب (١٣) من حيث هو عرض وكذلك (١٤) تعلم (١٥) أضلاع مثلث ب ك د المساوية لأضلاع(١٦) ب ل ه (١٧) ولا يحتاج(١٨) إلى حساب جديد لأن ب ه مساو ا : ب د و : ب ل : ب ك وكذلك الباقيتان(١٩) وأن(٢٠) كان القمر على ه نقصت ما خرج(٢١) من ل ب من ر ب (٢٢) وإن كان القمر عند د

---

(١) ف : فتأخذ

(٢) ف ، سا ، د : ذلك

(٣) ف : ا ب – وفى سا ، د : ل ب

(٤) ف : ثم تأخذ

(٥) سا ، د : ر ه ل

(٦) سا : الأجز

(٧) سا : د ب – وفى د : ه ب

(٨) سا ، د : ه ب

(٩) ف : ووتر

(١٠) سا : غير موجود

(١١) ف : غير موجود

(١٢) د : بواحده

(١٣) د : ب

(١٤) ف : ولذلك

(١٥) ف ، د : يعلم

(١٦) سا ، د : الأضلاع لمثلث

(١٧) سا ، د : ب د ه

(١٨) سا : لا

(١٩) سا ، د : الباقيان

(٢٠) سا ، د . فإن

(٢١) سا : مايخرج

(٢٢) د : ر ل ب

زدت فيكون معلومك فى الأول قوس ر ل وفى الثانى قوس ر ك(١) فإن كنت نقصته فتأخذ مربع ر ل ، هـ ل(٢) الواحد(٣) الذى ل : هـ ب وهو عرض فتأخذ جذره (٤) فيكون ر م (٥) وقبل ذلك يجب (٦) أن تكون ضربت ر ل فى العرض وقسمته على (قلك)(٧) فما خرج فهو هـ ر وكذلك (٨) إن(٩) كان القمر عند د فتضرب عدد د ك فى نفسه أعنى هـ ل (١٠) فى نفسه بأجزاء العرض و : ك ر(١١) فى (١٢) نفسه بتلك الأجزاء وتأخذ (١٣) جذره (١٤) فيخرج ر د وتحصل (١٥) من جميع ذلك أنك تضعف الزاوية الصغرى وتجعلها قوساً (١٦) وتأخذ (١٧) وترها ووتر ما تبقى من (قلك)(١٨) وتضرب كل واحد منهما فى العرض وتقسمه على (١٩) (قلك) (٢٠) وتحفظ ما خرج وتنقص ما حصل من الزاوية الأولى عن (٢١) قوس تمام ارتفاع درجة الطول إن كان (٢٢) سمت الرأس والعرض فى جهة واحدة —

---

(١) سا : و ل

(٢) سا : ر ل

(٣) سا ، د : بالواحد

(٤) ف : حذره — وفى سا : حلوه

(٥) سا : د هـ

(٦) سا : يحسب

(٧) سا ، د : مائه وعشرين

(٨) ف : ولذلك — وفى سا : غير موجود

(٩) سا : غير موجود

(١٠) ف : د ل

(١١) سا : و ن — وفى د : وكذ

(١٢) سا : وفى

(١٣) سا ، د : فتأخذ

(١٤) سا : ره

(١٥) سا : ويحصل — وفى د : وتجعل

(١٦) د : قوسا واحدا

(١٧) د : وتأخذها

(١٨) سا ، د : مائه وعشرين

(١٩) د : غير موجود

(٢٠) سا ، د : مائه وعشرين

(٢١) د : من

(٢٢) د : كانت

أو تزيده(١) إن كان فى خلافها فما حصل أو بقى تأخذ مربعه ومربع وتر الزاوية الأخرى المحفوظة معه وتأخذ جذرهما فهو تمام ارتفاع القمر .

آخر المقالة الخامسة ويتلوه فى المقالة السادسة معرفة عمل جداول الاجتماعات والاستقبالات .

والحمد لله رب العالمين وصلواته على سيد المرسلين محمد وآله الطيبين الطاهرين (٢)

---

(١) سا ، د : تزيد

(٢) [آخر المقالة الخامسة ويتلوه فى المقالة السادسة معرفة عمل جداول الاجتماعات والاستقبالات والحمد لله رب العالمين وصلواته على سيد المرسلين محمد وآله الطيبين الطاهرين] : غير موجودة فى ب ، سا ، د

المقالة السادسة

في معرفة عمل جداول الاجتماعات والاستقبالات

المقالة السادسة

فى معرفة عمل جداول الاجتماعات والاستقبالات (١)

ثم شرع (٢) بعد ذلك فى أمور الاجتماعات والاستقبالات لتعرف(٣) منها أحوال الكسوفات . قال ولولا إيثار (٤) تسهيل (٥) السبيل لكان فيما(٦) تحقق من تقويم مسير النيرين كفاية لمن لا يكسل فى إصابة هذا الغرض (٧) إلا أنا نريد أن نرسم جداول لتحصيلات (٨) الاتصالات (٩) الوسطى لئلا تحتاج إلى (١٠) أن نحسب كل وقت من رأس (١١) فأثبت موضع النيرين لأول تاريخه المستعمل المبنى على سنى المصريين وقسم البعد بين النيرين فى ذلك الوقت (١٢) على حركة البعد كل يوم بالوسط فخرج (١٣) [خمسة أيام وسبع (١٤) وأربعون دقيقة وثلاث (١٥) وثلاثون ثانية من اليوم وهو (١٦) [لا محالة أيام تقدم الاجتماع الوسط قبل التاريخ ثم حسب من وقت التقدم على التاريخ شهراً وسطاً فعرف (١٧) وقت الاجتماع الوسط بعد التاريخ فكان (١٨) بعد نصف

---

(١) [بسم الله الرحمن الرحيم – المقالة السادسة فى معرفة عمل جداول الاجتماعات والاستقبالات] : غير موجود فى سا ، د

(٢) سا : نشرع

(٣) سا : لنعرف

(٤) ف : آثار

(٥) ف ، د : يسهل

(٦) سا : مما – وفى د: بما

(٧) سا ، د : العرض

(٨) سا ، د : التحصيلات

(٩) سا ، د : للاتصال

(١٠) د : غير موجود

(١١) سا ، د : الرأس

(١٢) سا ، د : غير موجود

(١٣) سا ، د : فما خرج وهو

(١٤) ف ، سا ، د : وسبعة

(١٥) ف : وثلثا – وفى سا ، د : وثلاثة

(١٦) د : فهو

(١٧) د : فعر

(١٨) د : وكان

نهار أول (١) يوم توت (٢) (كحـ) يوماً (مدير) (٣) وعرف أيضاً موضع الشمس الوسط وبعدها (٤) من الأوج وموضع القمر فى الاختلاف والعرض لذلك (٥) الوقت وإذا كان ذلك معلوماً فى أول التاريخ والمدة بين أول التاريخ والاجتماع الذى بعده معلومة (٦) فإذا أسقط من مبدأ (٧) تاريخ هذا (٨) الاجتماع نصف زمان شهر وسط فكان (٩) حيث (١٠) انتهى ذلك بين (١١) أول التاريخ للتحصيلات وبين التاريخ المثبت للاجتماع الوسط فذلك وقت الاستقبال الوسط فحصله وحصل مواضع النيرين المذكورة فيه ورتب جداول الاجتماعات والاستقبالات كل جدول إما للاجتماع وإما للاستقبال فخمسة وأربعون سطراً فى خمسة صفوف فى الأول سطور العدد للسنين المجموعة وفى الثانى اليوم من الشهر الذى يكون فيه الاجتماع أو الاستقبال (١٢) وأجزاؤه وفى الثالث موضع الشمس بالوسط من أوجها (١٣) وفى الرابع أجزاء اختلاف القمر وفى الخامس أجزاء عرض القمر مثلا ارسم فى أوائل الجدول فى سطور العدد للسنة الأولى واحداً وهو أول الاجتماعات (١٤) والاستقبالات ثم فى جدول الأيام كم كان من الشهر الأول من تاريخه لوقت الاجتماع وفى الثانى والثالث والرابع أين كان مواضع النيرين المذكورة ولما كان فى خمس (١٥) وعشرين سنة (١٦)

---

(١) سا ، د : غير موجود

(٢) د : لون

(٣) سا : [و : مدير] — وفى د : [و : مد]

(٤) سا ، د : وبعده

(٥) سا ، د : فذلك

(٦) سا ، د : معلوما

(٧) سا ، د : مبدأ هذا

(٨) د : غير واضح

(٩) د : وكان

(١٠) سا : من — وفى د : من حيث

(١١) ف : من

(١٢) سا : والاستقبال

(١٣) سا ، د : أوجه

(١٤) د : الاجتماع

(١٥) ب : خمسة

(١٦) ف : فى الهامش

مصرية إلا دقيقتين وثلثى دقيقة بالتقريب (١) يتم شهور بأسرها (٢) بالتقريب (٣) وذلك لأنك إذا قسمت أيام خمس (٤) وعشرين سنة مصرية (٥) على أيام شهر واحد فضل هذا القدر من الدقائق والثوانى فلما جعل تزايد سطور العدد بخمسة (٦) وعشرين خمسة وعشرين (٧) وجب أن تنقص الدقائق وهى (ح ب مرة) (٨) الناقصة فى كه سنة مصرية (٩) من جدول الأول (١٠) لذلك (١١) ويبنى (١٢) الأمر فى سائر الصفوف على (١٣) موجب مقابلة ما تقص (١٤) ثم رسم جدولا للسنين المفردة مشتركاً (١٥) للاجتماعات والاستقبالات فى الصف الأول منها عدد السنين (١٦) وفى الثانى ما يفضل على السنة المصرية من تتمة ثلاثة عشر شهراً من الشهور القمرية وهذا الفضل من الأيام هو (لح نح تا مح) (١٧) ثم أجرى (١٨) حركة الكواكب من الحدود المذكورة فى تلك المدد ليزاد (١٩) على مواضعها الموجودة فى السنين المجموعة وتحصل أين (٢٠) بلغت وجعل يزيد السنين المصرية مرة باثنى عشر

---

(١) سا : غير موجود

(٢) د : غير موجود

(٣) سا ، د : غير موجود

(٤) ب ، سا ، د : خمسة

(٥) سا : مصوبة

(٦) ف : لخمس

(٧) [خمسة وعشرين] : غير موجود فى سا ، د

(٨) ف : ه ب مره

(٩) [وهى (ح ب مره) الناقصة فى كه سنة مصرية] : غير موجود فى سا ، د

(١٠) ف : أيام – وفى سا ، د : الأيام

(١١) سا ، د : كذلك

(١٢) سا : وتبنى – وفى د : يبنى

(١٣) د : وعلى

(١٤) فى هامش ب : [يعنى أنه ينقص من واحد من الصفوف الدرج والكسور التى لموضع الشمس والقمر وعرض القمر وهى الفاضلة بعد الأدوار التامة فى مدة كه سنة]

(١٥) سا ، د : مشتركة

(١٦) فى هامش ب : السنة – وفى سا ، د : السنة

(١٧) ف : يح يح يا مح – وفى سا : لح يح يا مح – وفى د : لح يح نا مح

(١٨) سا ، د : أجزاء

(١٩) د : لزاد

(٢٠) سا ، د : إلى أين

شهراً وقسم به (١) ومرة بثلاثة عشر شهراً على مارآه أوفق (٢) وأقرب إلى المطابقة (٣) وذلك (٤) لأنه لو أسقط من السنة الأولى اثنى عشر شهراً من الشهور القمرية لم يقع الاجتماع الأول في الشهر الأول من شهور القبط لأن السنة القبطية وهى ثلاثمائة وخمسة (٥) وستون (٦) يوماً أزيد من السنة القمرية فاحتاج (٧) إلى (٨) أن يأخذ الشهور القمرية فى أول التاريخ ثلاثة عشر شهراً ليقع (٩) الاجتماع الأول فى السنة الثانية فى أول شهر من السنة القبطية ثم لم يكن بد من أن يجعل الشهور التى للسنة الثانية اثنى عشر (١٠) شهراً (١١) ليقع (١٢) أيضاً فى الشهر الأول من السنة الثالثة وإلا لكان يقع لو زاد على اثنى عشر شهراً فى الشهر الثانى عشر (١٣) فى هذه السنة كما كان يقع لو لم يزد على اثنى عشر شهراً قبل الشهر الأول فى السنة التى قبلها وذلك لأن أيام السنة القبطية وإن كانت أكثر (١٤) من أيام السنة القمرية فإنها إذا نقص منها فضل الثلاثة عشر شهراً القمرية عليها بقى الباقى أقل من أيام سنة واحدة قمرية فلم يحتمل الباقى اثنى عشر شهراً بل وقع خارجاً منها فى الشهر الثانى ثم فضلا عن أن يكون ثلاثة عشر شهراً إلا أنه يقع خارجاً عنها بقدر ما يكون الباقى أكثر من سنة القمر فيحتاج لذلك أن تعاود استعمال ثلاثة عشر شهراً فيكون (١٥) مرة كذا ومرة كذا (١٦) فإنه قد يفضل

---

(١) سا : غير واضح
(٢) ف : الموفق
(٣) [على ما رآه أوفق وأقرب إلى المطابقة] : غير موجود فى سا ، د
(٤) سا : ولذلك
(٥) سا ، د : غير موجود
(٦) د : وستين
(٧) سا : فيحتاج
(٨) ب ، سا ، د : غير موجود
(٩) د : لقع
(١٠) سا : عشرا
(١١) سا : غير موجود
(١٢) سا ، د : وليقع
(١٣) سا ، د : غير موجود
(١٤) ب ، ف : أكبر
(١٥) [الباقى أكثر من سنة القمر فيحتاج لذلك أن تعاود استعمال ثلاثة عشر شهرا فيكون] : غير موجود فى سا
(١٦) سا ، د : كذلك

تارة بأيام أكثر من نصف الشهر وتارة بأيام أقل فأريد (١) أن لايقع الاتصال الشهرى خارجاً عنه مع تحصيل أيام الفضل فى الصف الثانى وعمل لاثنى عشر شهراً أيضاً جدولا فى الصف الأول عدد اثنى عشر شهراً وفى الثانى أيام كل شهر متزايدة وفى البواقى مواضع النيرين المذكورة .

فصل

فى معرفة حساب الاجتماعات والاستقبالات الوسطى والحصة(٢)

وعلم كيف يعمل بهذه (٣) الجداول على أنك بأسكندرية (٤) لأن تاريخ الأيام بحسب أسكندرية (٥) قال ووجه(٦) حسابك أن يحسب (٧) لسنتك (٨) فعلم(٩) كم هى(١٠) من أول سنى التاريخ فإن وافق شيئا من السنين(١١) المجموعة أخذت ما بإزائه من الصفوف كلها فكان ١٢) ما أخذت(١٣) من الصف الأول اليوم والساعة التى يقع فيها(١٤) الاتصال فإن كان دون ثلاثين فهو من (١٥) الشهر الأول وإن كان أكثر من ثلاثين(١٦) فهو من الشهر الثانى بتلك العدة الزائدة على

---

(١) د : فازيد

(٢) ب : والحقبة – وفى ف : غير واضح – وفى سا ، د : [فصل فى معرفة حساب الاجتماعات والاستقبالات الوسطى والحصة] : غير موجود

(٣) سا : بهاذه

(٤) سا ، د : بالإسكندرية

(٥) سا ، د : الإسكندرية

(٦) سا : ووجيه

(٧) ف : يحسب

(٨) سا : غير واضح – وفى د : لسنيك

(٩) ف ، سا : فيعلم – وفى د : فتعلم

(١٠) سا ، د : هو

(١١) د : السنى

(١٢) د : مكان

(١٣) سا ، د : [مافى واحدة] بدلا من [ما أخذت]

(١٤) سا : منها

(١٥) سا ، د : غير موجود

(١٦) [من ثلاثين] : غير موجود فى ب ، د

ثلاثين ويكون ما يأخذه[1] من الصفوف الأخرى هو مواضع الكواكب فى تلك الساعة وإن لم يوافق أخذت ما بإزاء السنين[2] المجموعة من سنيك من كل[3] صنف[4] وأخذت ما بإزاء[5] ما بعده إلى سنيك[6] من السنين[7] المفردة مثلا[8] إن كانت سنتك الرابعة[9] بعد السنين المجموعة أخذت[10] ما بإزاء أربع سنين من[11] الصفوف وأضفت[12] كل ما أخذت من السنين[13] المبسوطة إلى نظيره مما أخذت[14] من السنين[15] المجموعة كان أياما[16] أو أجزاء مسير النيرين فكان ما اجتمع من ذلك عدد الأيام وأجزاء موضع النيرين فإن كان عدد الأيام دون[17] شهر وذلك حين ما يكون لم[18] يجتمع مما[19] فى الصفين اللذين[20] للمجموعة والمبسوطة[21] أيام[22] شهر مصرى وهو ثلاثين يوما فما اجتمع فهو اليوم والساعة من الشهر[23] الأول[24] من سنتك وإن كان[25] ما اجتمع زائداً

---

(1) د : ماتأخذه

(2) د : السنى

(3) سا : كل ل

(4) سا : شىء — وفى د : سنى

(5) سا : غير موجود

(6) سا : سنتك

(7) [من السنين] : مكرر فى ب ، ف

(8) ف ، سا ، د : فأما

(9) سا ، د : الرابع

(10) سا ، د : فأخذت

(11) سا : مما فى — وفى د : كلا مما فى

(12) ف ، سا ، د : فأضفت

(13) د : السنى

(14) سا ، د : أخذته

(15) د : السنى

(16) سا ، د : و

(17) د : دور

(18) ب ، ف : مما — وفى هامش ب : [لم يجتمع مما فى]

(19) ب ، ف : غير موجود

(20) د : اللتين

(21) سا : فالمبسوطة

(22) د : والمجموعة أيام أيام

(23) د : الشهور

(24) د : الأول

(25) سا : غير موجود

على(١) ثلاثين نقصت ما احتمله من ثلاثين ثلاثين فما بقى فهو كذلك من الشهر الثانى أو الثالث(٢) أو حيث انتهى فإن كان مع سنتك التى عرفت تاريخها من أول التحصيل شهر(٣) مثلا خمسة أشهر مضين من سنتك(٤) أخذت ما بإزاء خمسة أشهر من الصفوف كلها فزدتها(٥) على ما اجتمع من السنين(٦) المبسوطة والمجموعة وطرحت مما اجتمع من أيام المبسوطة والمجموعة والأشهر ثلاثين ثلاثين فما فضل(٧) فهو الوقت من الشهر الذى أنت فيه ولأن دقائق الأيام فى هذه(٨) الجداول بحسب(٩) قسمة كل يوم إلى ستين(١٠) لا إلى ساعاته(١١) فيجب أن يكون ذلك أجزاء ساعة(١٢) استوائية بأن تأخذ(١٣) كل دقيقتين ونصف ساعة استوائية ثم تحسب فتعدل الساعات(١٤) بتعديل الأيام بلياليها فقد يقع من ذلك فضل يعتد به وتحسب ما بإزاء ذلك الفضل من كل شىء على(١٥) ما تعلم(١٦) فيكون ذلك ساعة الاتصال الوسط من ذلك اليوم ومواضع الحركات الوسطى ثم تقومها على ما تعرف فإذا وجدت النيرين حينئذ مجتمعين أو متقاطرين(١٧) بالحقيقة فالاتصال الوسط والمقوم واحد وإن رأيت القمر بعد(١٨) لم يلحق أو جاوز الشمس فحصل للبعد بينهما فإن(١٩) كان

---

(١) سا : فهو على (٢) ف : والثالث

(٣) ب : شهرا

(٤) [شهر مثلا خمسة أشهر مضين من سنتك] : غير موجود فى سا ، د

(٥) د : فزدها

(٦) د : السنى

(٧) سا : حصل – وفى د : مما فضل

(٨) سا : هاذه

(٩) سا : تحسب

(١٠) ف : ستتين – وفى سا : سنين

(١١) سا ، د : ساعته

(١٢) سا ، د : ساعات

(١٣) د : يأخذ

(١٤) ب : للساعات

(١٥) ف : فى الهامش

(١٦) ف : يعلم

(١٧) سا : متقابلتين

(١٨) ب : فى الهامش – وفى سا : غير موجود

(١٩) سا : وإن

القمر لم يلحق بعد فزد[١] عليه[٢] بعد[٣] ما تسيره الشمس إلى أن يلحق بها[٤] القمر فهناك ساعة الاتصال وإن كان القمر جاوز الشمس فى اتصالها فزد[٥] على البعد بينهما[٦] ما تكون الشمس سارته حتى يحصل[٧] هذا البعد[٨] ومبلغ ذلك البعد[٩] بالتقريب جزء[١٠] من اثنى عشر جزء[١١] من البعد الذى هو نصيب[١٢] الشمس من سيرها[١٣] فى ذلك البعد وعلى[١٤] ما يتحقق ذلك من بعد فما خرج فهو ما بين القمر وموضع الاجتماع مع الشمس وإذ هو مقاطر موضع الاستقبال أعنى المقومين فإذا فعلت ذلك[١٥] فانظر فى كم ساعة استوائية يسير القمر بسيره[١٦] المعدل تلك الأجزاء فذلك هو وقت الاتصال الحقيقى فتزيده أو تنقصه من[١٧] الوسط[١٨] تزيده إذا[١٩] كان جاوز[٢٠] بالمقوم وتنقصه إن كان لم يلحق وذلك بحسب أسكندرية[٢١] قال وأنت يمكنك أن تأخذ[٢٢] فى كل وقت حركة القمر للساعات[٢٣] بأن[٢٤]

---

(١) سا : فزد
(٢) فى هامش ب : على البعد
(٣) سا ، د : البعد
(٤) سا : د : به
(٥) سا ، د : فزد
(٦) سا ، د : غير موجود
(٧) سا ، د : حصل
(٨) [بينهما ما تكون الشمس سارته حتى يحصل هذا البعد] : فى هامش ب
(٩) سا ، د : غير موجود
(١٠) ب : جزءا
(١١) ف ، سا ، د : جزءا
(١٢) سا : نصف
(١٣) ف : مسيرها — وفى سا : مسيره — وفى د : سيره
(١٤) د : على
(١٥) د : مكرر
(١٦) سا : سيره — وفى د : سيرها
(١٧) سا ، د : على
(١٨) سا : غير موجود
(١٩) سا ، د : إن
(٢٠) سا : حار — وفى د : جاز
(٢١) سا ، د : الإسكندرية
(٢٢) د : يأخذ
(٢٣) د : بالساعات
(٢٤) ب : بين السطرين

تأخذ أولا مسير الاختلاف للزمان المفروض وتأخذ[١] من جداول التعديل ما يصيب الجزء الواحد من أجزاء الاختلاف من فصل التعديل فى فلك البروج فإذا علمت كم فضل درجة واحدة نظرت كم أجزاء الاختلاف الوسط لساعة[٢] فعلمت أنه كم يخصه من ذلك وأجزاء الاختلاف لساعة (لب) دقيقة و (يو)[٣] ثانية فإذا عرفت[٤] فضل تعديل درجة عرفت[٥] فضل تعديل هذه[٦] الدقائق فزيدت[٧] أو[٨] نقصت على ما يجب من[٩] المسير الوسط فى الطول لساعة[١٠] فيكون هو الطول المعدل فى ساعة ثم إذا علمت وقت الاستقبال والاجتماع الحقيقى بأسكندرية[١١] فيمكنك[١٢] أن تحوله[١٣] إلى غيرها[١٤] .

فصل

فى بيان[١٥] حدود كسوفات الشمس والقمر[١٦]

ولما قوم الاتصالات أخذ فى بيان حدود الكسوفات وهى نقطة للفلك المائل محدودة[١٧] البعد من العقدة مشتركة بين القسى التى لايقع فيها كسوف البتة والتى

---

(١) د : ويأخذ
(٢) سا : غير موجود — وفى د : الساعة
(٣) ب ، سا : غيرواضح — وفى د : (و : م)
(٤) د : عرف
(٥) د : عرف
(٦) سا : هاذه
(٧) د : غير واضح
(٨) سا ، د : و
(٩) سا : فى — وفى د : على
(١٠) د : ساعة
(١١) سا ، د : بالإسكندرية
(١٢) سا : أمكنك — وفى د : ليمكنك
(١٣) سا ، د : تحول من الإسكندرية
(١٤) سا ، د : إلى غيرها إذا عرفت بالإسكندرية
(١٥) ب : غير موجود — وفى ف : فى الهامش
(١٦) [فصل فى بيان حدود كسوفات الشمس والقمر] : غير موجود فى سا ، د
(١٧) سا ، د : محدود

يمكن أن يقع فيها كسوف . قال قد كنا حسبنا فيما سلف من كلامنا قطر[1] القمر فكان[2] يوتر[3] وهو في بعده الأبعد من تدويره قوسا من الدائرة الكبيرة هي (ﺻﻪلا ك)[4] والآن فإنا[5] نريد أن[6] نتوصل من ذلك إلى أن نقرر[7] حدود الكسوفات القمرية[8] التي هي أعظم ما يكون أي أبعد[9] ما يكون من العقدة طولا ومن دائرة البروج عرضاً فيجب أن يكون ذلك والقمر أقرب ما يكون عند الاتصال من الأرض ليكون[10] أعظم في الرؤية وذلك أن يكون في حضيض التدوير وهناك قطع المخروط الظلي أيضاً أعظم . قال فلنبين ذلك من كسوفين رصدنا والقمر في [11] أقرب قربه الكائن في اتصالاته فذكر ن حداً انكسف القمر فيه من ناحية الشمال فلا محالة أنه كان جنوبي العرض وكان مقدار الكسوف سبع [12] أصابع وحصل لوقوفه على القمر [13] موضع [14] الوقت [15] كان من اختلافه [16] (قسحه) [17] وهو بقرب حضيض التدوير من الشمالية (صح ك) [18] وكان [19] بينه وبين العقدة (ح ك)[20] لا محالة فإذن [21] إذا [22] كان [23] قرب [24]

---

(1) سا : نظر

(2) د : وكان

(3) سا : يوثر

(4) سا : ه لا ك – وفي د : ه لا

(5) سا : فإنما

(6) د : أنا

(7) سا : [إفراد] – وفي د : [امور] بدلا من [أن نقرر]

(8) ف : كسوفات القمر

(9) سا ، د : بعد

(10) د : ليكو

(11) د : و

(12) سا : بسبع

(13) سا ، د : الوقت

(14) د : أن موضع

(15) في هامش ف : بيان الوقت – وفي سا ، د : القمر

(16) سا : احلافه

(17) سا ، د : غير واضح

(18) سا : قيح ك

(19) د : فكان

(20) سا : ه ح ك

(21) سا : فإذا

(22) سا ، د : غير موجود

(23) سا ، د : غير موجود

(24) سا ، د : قربه

القمر[1] فى[2] أقرب قربه[3] من الأرض وحيث يكون دائرة قطع المخروط أعظم[4] ما يكون حيث[5] يقع فيه القمر وذلك حيث بعده من العقدة فى مائله ح ك فإنه يقع من القمر فى الظل نصفه وجزء من اثنى عشر . وذكر رصدا آخر أيضاً كان اختلاف[6] القمر فيه على حسب ذلك[7] النظر[8] (قعح مو)[9] وهو قريب من الحضيض وكان بعده من العقدة[10] (رف لو)[11] ومن[12] مركز الظل[13] على مثل تلك الدائرة[14] وكان الكسوف إلى الجنوب ثلاثة[15] أصابع فكان القمر لامحالة شمالى العرض فى مثل هذه الحال وقع فى[16] الكسوف ربع قطر القمر لكن العرض[17] للقمر[18] فى الرصد[19] الأول يكون لا محالة (ح مه لك)[20] وفى الثانى[21] (ح يد ن)[22] وذلك بين إذا علم البعد[23] من العقدة

---

(١) سا ، د : غير موجود
(٢) د : من
(٣) د : القمر – وفى سا : [قرب القمر] بدلا من [قربه]
(٤) سا : فلا
(٥) سا ، د : بحيث
(٦) سا : غير موجود
(٧) د : غير واضح
(٨) سا : القطر
(٩) سا ، د : قعه مر
(١٠) فى هامش ب : الارض
(١١) ف : ر له لو – وفى د : ى لو ق – وفى سا : غير واضح
(١٢) سا : من
(١٣) د : تدويره – وفى سا : غير موجود
(١٤) د : غير موجود
(١٥) ف : ثلاث
(١٦) د : غير موجود
(١٧) سا ، د : عرض
(١٨) سا ، د : القمر
(١٩) ف : رصد
(٢٠) سا ، د : ه مه د
(٢١) سا : غير موجود
(٢٢) سا : ه يد ر – وفى د : ه يد ق
(٢٣) د : العقد

فإذن [1] قد كان بزيادة (ـه يا مر) [2] فى قرب القمر من فلك البروج وهو بنقصان [3] العرض يدخل من قطره ثلاثة وهو التفاوت بين الكسوفين ودقائقه ها هنا (ـه يا مر) [4] فإذن جميع قطره يوتر ثلاثة أضعاف هذه الدقائق وهو : (ـه له لك) [5] ولأن [6] عرض القمر معلوم وكان دخل فى الرصد الثانى ربعه ودقائق الربع من العرض معلوم وهى (ـه ح ن) [7] وهذه الدقائق أيضاً هى دقائق [8] الربع [9] الباقى [10] إلى المركز [11] وهى التى بين طرف [12] الكسوف وبين مركز القمر فإذا أسقط هذا الربع من العرض فالباقى وهو نصف قطر دائرة قطع الظل فى ذلك الموضع معلوم ويخرج بالحساب (ـه مو) بالتقريب وهو أكثر [13] من ضعف وثلاثة أخماس نصف قطر القمر بشىء [14] لا يعتد [15] به ونصف قطر القمر فى أقرب قرب القمر الكائن فى اته الاته يكون (ـه يرم) [16] بالتقريب وإذا علم نصف قطر الظل هناك ونصف قطر القمر فمجموعهما [17] عرض حد الكسوف ومجموعهما (أ جم) . قد يبين مقدار عرض القمر الذى هو حد الكسوف [18] وذلك

---

(١) سا : فإذا
(٢) سا : يد مر – وفى د : يا من
(٣) د : نقصان
(٤) سا : يامر – وفى د : يه من
(٥) سا : ه ل مه – وفى د : ه له لج
(٦) ف : ولا محاله
(٧) د : ع يه
(٨) [أيضا هى دقائق] : وفى هامش ف
(٩) [من العرض معلوم وهى (ـه ع ق) وهذه الدقائق أيضا هى دقائق الربع] : غير موجود فى سا
(١٠) سا ، د : الثانى
(١١) سا ، د : مركز القمر – وفى ف : فوق [الباقى إلى المركز] نجد عبارة [الثانى إلى مركز القمر]
(١٢) سا : طرق
(١٣) د : أكبر
(١٤) سا : قسى
(١٥) د : لا يعقده
(١٦) سا ، د : ه يرم
(١٧) سا : لمجموعها – وفى د : غير واضح
(١٨) [ومجموعها (ا حه) قد بين مقدار عرض القمر الذى هو حد الكسوف] : غير موجود فى سا

إذا كان فى بعده الأقرب وأما الشمس فإن نصف قطرها مساو لنصف قطر القمر فى بعده الأبعد[1] وهو معلوم ونصف قطر القمر فى البعدين معلوم فإذا كان البعد المرئى بين مركزى الشمس والقمر مساوياً لنه ف قطر القمر فى ذلك الحد ونصف قطر الشمس مجموعين وهو[2] حد الكسوف ونعلم ذلك بإحاطتنا باختلاف المنظر فى كل موضع ولما[3] كان نصف المقدارين مجموع نصفى قطرى الشمس والقمر وذلك (ـه لح ك)[4] لأن نصف قطر الشمس (ـه يه ما)[5] بالتقريب ونصف قطر القمر فى البعد الأقرب (ـه يرم)[6] فذلك (ـه لح ك)[7] فإذا[8] كان عرض القمر (ـه لح ك)[9] فإن البعد من العقدة (وكد)[10] لأن للدرجة الواحدة من العرض بعد[11] إحدى عشرة[12] درجة ونصف من العقدة ونجعل (ـه لح ك)[13] ثالثا[14] ونستخرج[15] الرابع فهذا حد المماسة وإذا لم يكن انحراف لم ينكسف فإن كان انحراف كان كسوف إذا كان الانحراف بالقدر الذى يوجب الانتقال[16] عن المماسة إلى المقاطعة والستر[17] وذلك إما فى الطول حين[18] يكون فلك البروج على[19]

---

(١) د : والأبعد

(٢) سا ، د : فهو

(٣) ف ، سا ، د : لما

(٤) سا : ه يح ك – وفى د : ه لح ك

(٥) سا : ه ب ه م – وفى د : ه يد م

(٦) سا ، د : يرم

(٧) ف : ه لح ك – وفى سا ، د : ك ك

(٨) سا ، د : وإذا

(٩) سا : يح ك – وفى د : ك ك

(١٠) د : كد

(١١) ب : لبعد

(١٢) ب ، سا ، د : أحد عشر

(١٣) سا ، د : يح ك

(١٤) سا ، د : غير واضح

(١٥) سا : ويستخرج

(١٦) سا ، د : غير موجود

(١٧) سا : والسير – وفى د : والسر

(١٨) ب ، سا ، د : حين ما

(١٩) د : عن

سمت الرؤوس وأما فى[١] انحراف العرض[٢] إما إلى[٣] الشمال وإما إلى الجنوب والذى إلى الشمال فيقع منه فى الإقليم الأول إذا كان فى[٤] الأسد ، والجوزاء[٥] ثمانى[٦] دقائق محتسباً باختلاف المنظر للشمس فيصير مع نصف المقدارين (ح ما)[٧] وحينئذ يكون قوس الطول (ل)[٨] فاستخراج[٩] الرابع[١٠] قريباً من (ريب) فإن زيد عليه اختلاف المنظر فى الطول وهو ثلاثون دقيقة بالتقريب يبلغ ذلك (ح كب) وأما أكبر[١١] ما يكون من الجنوب فى الإقليم السابع (نح)[١٢] دقيقة وحينئذ يكون غاية انحراف الطول (ه يه)[١٣] وذلك فى العقرب وفى الحوت فيضاف الانحراف العرضى[١٤] إلى نصف المقدارين ويستخرج بالنسبة القوس فيكون (ح يركو)[١٥] ويزاد عليها انحراف الطول فيكون (ح يرما)[١٦] وهو[١٧] إذن القوس من العقدة قال فقد بان أنه إذا لم يكن انحراف البتة فالقوس (وكد)[١٨] وإن كان انحراف جنوبى فهى[١٩] (ح كب) أو كان انحراف شمالى فهى (ح ما)[٢٠]

---

(١) د : غير موجود
(٢) سا ، د : فى العرض
(٣) د : فى
(٤) سا : بين السطرين
(٥) سا : الجوزاء
(٦) د : غير واضح
(٧) سا ، د : ما
(٨) ف ، سا ، د : غير موجود
(٩) ف ، سا ، د : باستخراج
(١٠) ف : الربع
(١١) سا ، د : اكثر
(١٢) م : يح — وفى سا ، د : ثمان وخمسون
(١٣) د : ه يه
(١٤) د : العرض
(١٥) سا : يه كر — وفى د : به كو
(١٦) سا : ير ما — وفى د : نر ما
(١٧) سا ، د : فهو
(١٨) ف : ركد — وفى د : ن كر
(١٩) سا ، د : فهو
(٢٠) ف ، سا ، د : ير ما

وأنت تعرف الباقي وقد فهم هذا المعنى بشكل فقال ليكن[1] قوس أ ب من البروج وقوس د جـ من المائل للقمر وليكونا مقدار ما يحوزانه[2] في زمان الكسوف وليفرضا متوازيين عند[3] الحس[4] في أزمنة مسيرات الكسوف فإن ذلك غرضنا[5] وليكن[6] أ هـ جـ[7] قطعة من الدوائر الكبار التي[8] تمر[9] بقطبي الدائرة المائلة ونصف دائرة الشمس حول أ ونصف دائرة القمر حول هـ مماستين بالرؤية على رو : أ هـ[10] وهو البعد المرئي بين مركزيهما عندما يكون النيران مماسين في الرؤية وهما مجموع نصف[11] القطرين في كل بعد يفرض[12] من الأرض[13] وليكن[14] في[15] أقرب القرب مجموع ما بين[16] المركزين معلوماً[17] وفي كل بعد واختلافات منظر[18] القمر الثلاثة[19] في ذلك الإقليم وذلك البعد كلها معلومة قال فإن كان مركز القمر على الحقيقة عند د كان د هـ اختلاف المنظر الكلي للقمر و : د جـ يكاد[20] أن يكون اختلاف المنظر في الطول و : جـ هـ في العرض وهي

---

(1) سا : لتكن — وفي د : فليكن

(2) سا : مايحوزانه

(3) سا : في — وفي د : غير موجود

(4) د : بالحس

(5) سا : عرضنا — وفي د : عرضنا

(6) سا : ولتكن

(7) ف : في الهامش

(8) سا ، د : غير موجود

(9) د : تم

(10) سا ، د : [ب و : ا هـ]

(11) سا ، د : غير موجود

(12) سا : مفروض

(13) ف : [الأرض وليكن في بعد يفرض من الارض]

(14) سا : ولكن

(15) سا ، د : غير موجود

(16) في هامش ف المقدارين — وفي سا ، د : [مابين] غير موجود

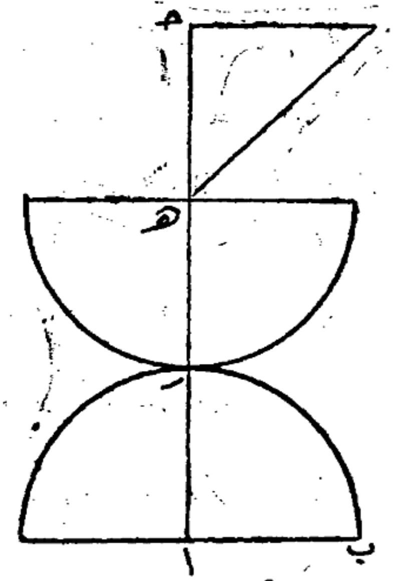
(17) ف : غير موجود

(18) د : غير موجود

(19) د : الثلاث

(20) د : فكاد

معلومة بالأصول السالفة و : د جـ مساو لنظيره من فلك البروج الذى هو اختلاف المنظر فى الطول بالحقيقة مساواة بالتقريب إذا أخذت(١) الخطوط متوازية وجميع ذلك يكون معلوماً فى الشمال وفى الجنوب فى الأقاليم التى يفعل فيها(٢) اختلاف منظر فيصير قوس أ هـ جـ معلومة(٣) وقد تساهل(٤) فى أخذه(٥) خط أ هـجـقوس العرض فإن(٦) قوس العرض هى التى تخرج من قطبى البروج اللهم إلا أن يعنى بالدائرة المائلة دائرة البروج وعلى أن الاختلاف فى ذلك قليل جداً ونعود فنقول وليكن خط جـ هـ إلى الجنوب(٧) وليكن (نح)(٨) دقيقة فذلك أكثر ما يمكن فى أقاليمنا



شكل (١١٤)

إلى حيث أطول النهار (يو) ساعة من الانحراف العرضى فيكون جـ د (٩) الطولى

(١) سا ، د : حدث
(٢) سا ، د : فيه
(٣) د : معلوما
(٤) د : يساهل
(٥) د : إجد
(٦) د : قال
(٧) [وليكن خط جـ هـ إلى الجنوب] : غير موجود فى سا
(٨) ف ، د : يح — وفى سا : يه
(٩) سا : جـ ع — وفى د : ع جـ

(يه)(١) دقيقة(٢) وجميع أ ه جـ (صا)(٣) دقيقة(٤) فقد عرف العرض عند هذا الحد وهو أول حد يمكن أن يقع فيه الكسوف الشمسي إلى الجنوب فى هذه البلاد وذلك فى العقرب والحوت فإذا(٥) عرف العرض(٦) المرئى عرف البعد الذى من العقدة فى المائل وهو يكون (يركو)ويزيد عليه جـ د وهو (يه)دقيقة فيكون (يز) جزء(٧) (ما) دقيقة(٥) وأما فى جهة الشمال فتكون مقادير هذه القسى أجزاء(٨) فيخرج البعد عن العقدة(٩) أقل ويكون حسابه على ما علمت (ح كب) فإن هـ جـ يكون أكثره(١٠) فى البلاد المذكورة (ح)(١١)دقائق و : د جـ : (ل)(١٢)

---

(١) سا : ه يه – وفى د ه يه

(٢) سا ، د : غير موجود

(٣) سا ، د : الا

(٤) سا ، د : غير موجود

(٥) سا ، د : وإذا (٦) د : غير موجود

(٧) د : غير موجود

(٥) تعيين بعد القمر عن العقدة عند الكسوف

فى شكل (١١٤) نفرض أن القمر والشمس متماسان بالرؤية ، وان نصف قطر الشمس هو ب ر ، ومركزها أ ، ونصف قطر القمر هو هـ ر ، ومركزه نقطة هـ.وليكن أ ب البروج . ولنفرض أن هـ د هو مسار القمر ، وأن القمر فى الحقيقة كان عند نقطة د ولكن اختلاف المنظر جعل مكانه المرئى عند نقطة هـ .

ننزل العمود د جـ على أ ر هـ .

هنا سنلجأ إلى افتراضات تقريبية هى :

أولا : الدائرة المارة بقطبى مسار القمر تمر بمركزى القمر والشمس أى انها أ ر هـ حـ

ثانيا : العمود د حـ الواقع على هذه الدائرة يكون موازيا لفلك البروج

ثالثا: عرض القمر المرئى هو أ ر هـ والحقيقى هو أ ر حـ أى انهما مقاسان على الدائرة المارة بقطبى مسار القمر

فى هذا الشكل يكون د حـ هو اختلاف المنظر فى الطول ، حـ هـ اختلافه فى العرض . والمفروض أننا نعرف د حـ ، حـ هـ ، أ ر هـ (نصف قطر الشمس + نصف قطر القمر) ، ميل مسار القمر هـ حـ على البروج أ ب

∴ يمكن حساب بعد القمر د عن العقدة عند الكسوف

(٨) د : أخرى

(٩) [فى المائل وهو يكون (يركو) ويزيد عليه حـ د وهو (يه) دقيقة فيكون (يز) جزءا (ما) دقيقة واما فى جهة الشمال فيكون مقادير هذه القسى أجزاء فيخرج البعد عن العقدة] : غير موجود فى سا

(١٠) د : اكثر

(١١) سا : ثمانية – وفى د : ثماثة

(١٢) سا ، د : ثلاثون

دقيقة وذلك فى الأسد والجوزاء فقد تبين أبعد حد الكسوف(١) القمرى(٢) فى الشمال والجنوب فى الدائرة(٣) المائلة فى مثل هذا الإقليم وعلى حسب ذلك فاعلم(٤) أنت(٥) من نفسك فى إقليم آخر له اختلاف منظر وإن لم يكن اختلاف منظر فخذه حيث العرض مجموع المقدارين قال ولما كان أكثر ما يقع من الاختلاف من(٦) الاجتماع الوسط والمحقق هو مجموع اختلافى الشمس والقمر وذلك سبعة أجزاء(٧) و (كد)(٨) دقيقة(٩) فإن غاية تعديل اختلاف القمر هو (ه ا)(١٠) وغاية تعديل الشمس جزءان(١١) (كه)(١٢) دقيقة وذلك(١٣) كله سبعة أجزاء و (كد)(١٤) دقيقة وإلى أن يقطع(١٥) القمر هذا القدر تكون(١٦) الشمس قد سارت جزءاً من ١٣ (١٧) جزءاً منه وهو (لد)(١٨) دقيقة وإلى أن يقطع القمر هذا أيضاً تكون الشمس قد سارت جزءاً من ١٣(١٩) جزءاً (٢٠) منه وهو قريب من (ج)(٢١) دقائق(٢٢)

---

(١) سا ، د : كسوف
(٢) سا : القمر — وفى د : الشمس — وفى هامش ـه : الشمس
(٣) د : دائرة
(٤) سا : تعلم — وفى د : فعلم
(٥) د : أنه
(٦) سا ، د : بين
(٧) [سبعة أجزاء] : غير موجود فى د ، سا
(٨) سا ، د : وكد
(٩) سا ، د : غير موجود
(١٠) سا ، د : خمسة أجزاء ودقيقة
(١١) ـه ، د : جزءين
(١٢) سا ، د : وثلاثة وعشرون
(١٣) سا ، . فذلك
(١٤) سا : وأربعه وعشرون — وفى د : واربعة وعشرين
(١٥) د : نقطة
(١٦) سا ، د . فتكون
(١٧) سا ، د . ثلاثة عشر
(١٨) سا : له
(١٩) سا ، د : ثلاثة عشر
(٢٠) سا ، د : غير موجود
(٢١) سا ، د : ثلاث
(٢٢) د : وفا

وما تسيره الشمس فى مدة سير القمر هذه الدقائق أقل من أن يعتد به فجملة(١) ما سارته الشمس إلى أن يلحقها القمر جزء من ١٢(٢) جزءا من سير القمر إلى وقت اللحوق بالتقريب وهو (لر)(٣) دقيقة فليزده(٤) على اختلاف الشمس فيكون (جـ)(٥) درج فإذا جمعنا التعديلين وهذا الفضل بلغ جميعه (ر نز)(٦) وهو الذى يحتاج أن يقطعه(٧) القمر إلى وقت الاجتماع الحقيقى وهو غاية الفضل بين الاتصالات الوسطى والحقيقية وقد تبين من هذا أن الشمس تحتاج أن تتحرك بين الاتصال(٨) الحقيقى والوسط جزءا من اثنى عشر جزءا(٩) مما يتحركه(١٠) القمر لكن القمر(١١) عند مثل هذا(١٢) الكسوف(١٣) الذى نحن فى ذكره يكون(١٤) فى البعد الأقرب من تدويره بحيث لا تعديل له ويبقى تعديل الشمس وزيادة ما تتحرك الشمس على النسبة المذكورة وإذا كان غاية تعديل الشمس (ب كحـ)(١٥) فالواجب أن يزيد جزءا من اثنى عشر جزءا من ذلك وهو (يا)(١٦) دقيقة وشىء يكون جميع ذلك (ب لد)(١٧) دقيقة وهو ما يحتاج أن يقطعه القمر إلى الاجتماع الحقيقى لكن بطليموس أخذ مكانه(١٨) ما تسيره الشمس بين(١٩) الاتصالين

---

(١) سا ، د : وفى جملة
(٢) سا ، د : اثنى عشر
(٣) سا : له
(٤) سا : فلنزده وفى د : فليروه
(٥) سا ، د : ثلاث
(٦) ف : ر يز — وفى سا : سبعة أجزاء وسبعة وخمسين دقيقة — وفى د : سبعة أجزاء وسبع وخمسين دقيقة
(٧) د : نقطة
(٨) سا : الاتصالات
(٩) سا ، د : جزءا
(١٠) د : يتحرك
(١١) سا ، د : غير موجود
(١٢) سا : ميل
(١٣) فى هامش ب : وينظر
(١٤) سا : يكون بين
(١٥) سا : جزءين وثلاثة وعشرين دقيقة — وفى د : جزءان وثلاث وعشرين دقيقة
(١٦) سا : احدى عشر — وفى د : إحدى عشرة
(١٧) سا : جزءين واربعة وثلاثين — وفى د : جزءان واربع وثلاثين
(١٨) سا ، د : مكان
(١٩) سا : من

الحقيقى والوسط وهو (لو)[1] دقيقة وزاده على مسافة ما بينهما[2] فبلغ ثلاث[3] درج وهذا ما لا يكون فكأنه[4] تساهل فى ذلك وأخذ[5] الأمور على غاية حدودها فى الإفراط[6] فإذن[7] ينبغى أن يزيد لحد[8] الكسوف الوسط وهو الذى لمركز[9] التدوير ثلاث درج فيكون حد مركز التدوير فى الشمال ٢٥ جزءا ، ٤١ دقيقة[10] وفى الجنوب (يا) جزءا ، (كب) دقيقة وما يبقى[11] القوسين[12] من القسى الأربع لا يمكن أن يقع فيها كسوف[13] البتة فإذا[14] بعد القمر الوسط[15] الدورى فى[16] جدول أعداد الاتصالات من النهاية الشمالية (سط) جزءا و (يط) دقيقة[17] فقد وافى الحد فإذا جازه[18] كان كسوف إلى أن يجوز الحد[19] الأول الجنوبى وهو (سط يط)[20] ونعد[21] تمام القوسين[22] اللتين[23] أحدهما وهى الشمالية (لك ما)

---

(١) سا : سته وثلاثون – وفى د : ست و ثلاثون

(٢) [و زاده على مسافة ما بينهما] : غير موجود فى سا ، د

(٣) سا : ثلثه

(٤) سا : لكن كأنه – وفى د : بل كأنه

(٥) سا : لو أخذ – وفى د : أو أخذ

(٦) سا : الأطراف

(٧) فى هامش ب : أى أنا سلكنا مسلك بطليموس وزدنا مازاده

(٨) ف : بحد

(٩) سا : غير واضح

(١٠) سا : [ل م ا] – وفى د : [ل ما] بدلا [٢٥ جزءا ، ٤١ دقيقة]

(١١) سا ، د : [يالب] بدلا من [(يا) جزءا ، (كب) دقيقة]

(١٢) سا ، د : بين

(١٣) سا : قسى

(١٤) سا : وإذا

(١٥) سا : الأوسط

(١٦) ف : غير موجود

(١٧) سا ، د : [سط يط] بدلا من [(سط) جزءاً ، يط دقيقة]

(١٨) سا : جاوزه

(١٩) سا ، د : الجدول

(٢٠) سا ، د : [بعد سط] بدلا من [سط يط]

(٢١) د : وبعد

(٢٢) د : القوس

(٢٣) سا : اللذين – وفى د : غير موجود

والأخرى (١) وهي الجنوبية (ياكب) (٢) وذلك كله (قيا) جزءا (كب) دقيقة (٣) فإذا جاز لا يكون البته كسوف إلى (٤) أن (٥) يسير (رنح) (٦) جزءا و (لح) دقيقة (٧) فيقصر (٨) عن العقدة الأخرى من جهة الجنوب (يا) جزءا (كب) دقيقة (٩) وهو بعد العقدة بقوس من الشمال مبلغها (يا كب) (١٠) ثم يدخل (١١) فى حد الكسوفات إلى أن يجوز (رس) (١٢) جزءا (ما) (١٣) دقيقة فلا يقع كسوف البتة ولما كان كما تبين حد كسوف القمر حيث عرض القمر (سح) دقيقة (لو) ثانية (١٤) ونسبة (١٥) العرض إلى البعد عن العقدة على (١٦) ما بينا (١٧) هي (١٨) نسبة جزء إلى أحد عشر ونصف فيكون بعده عن العقدة (يب) درجة (١٩) (يب) دقيقة (٢٠) ولما يتبين (٢١) بعينه يزاد الوسط (٢٢) ثلاثة أجزاء لأن حكم هذا فى المقاطرة كحكم ذلك فى المقارنة

(١) سا ، د : والآخر
(٢) د : يالب
(٣) سا ، د : [يالب] بدلا من [(قيا) جزءاً ، (كب) دقيقة]
(٤) د : غير موجود
(٥) ف : فى الهامش
(٦) ف : ديح
(٧) سا ، د : [د يح لح] بدلا من [(ر نح) جزءاً ، (لح) دقيقة]
(٨) سا : فنقص
(٩) سا ، د : [يا كب] بدلا من [(يا) جزءا ، (كب) دقيقة]
(١٠) فى هامش ف : [• ل ما] – وفى سا ، د : [ل ما]
(١١) سا : ندخل
(١٢) سا ، د : مائتين وتسعين
(١٣) سا ، د : وإحدى وأربعين
(١٤) سا ، د : [أ ح لو] بدلا من [(سح) دقيقة ، (لو) ثانية]
(١٥) سا : فنسبة
(١٦) سا : بين السطرين
(١٧) سا ، د : ماقلنا
(١٨) سا ، د : غير موجود
(١٩) [يب درجة] : غير موجود فى ف – وفى د : [على ماقلنا يب]
(٢٠) سا ، د : [يب يب] بدلا من [(يب) درجة ، (يب) دقيقة]
(٢١) سا ، د : تبين
(٢٢) سا ، د : الوسط

فى أنه لا تعديل البتة (١) بل القمر على أوج التدوير دائما والذى بين (٢) الإتصالين هو تعديل الشمس مع زيادة حركة الشمس فى المدة المعلومة فيكون أول (٣) حد الكسوف بعد (٤) القمر (٥) بالوسط (يه يب) وذلك واحد فى جميع الجوانب فإذن (٦) إذا كان بعده من الشمالية إلى (عد مح) لم يكن كسوف ثم يكون إلى (قه يب) (٧) ثم لا يكون إلى (و ند مح) (٨) ثم يكون إلى (د له يب) (٩) ثم لايكون(١٠) ونضيف (١١) إلى آخر جداول الاتصالات حدود (١٢) الكسوف ليسهل (١٣) العمل بها .

فصل

فى أبعاد ما بين الشهور التى قد يكون فيها الكسوفات(١٤)

ثم أخذ يعرف فى كم مدة يعود الكسوف حتى لا نحتاج أن يرجع (١٥) إلى الحساب فى كل اتصال فننظر هل(١٦) يكون كسوف أم لا (١٧) يكون بل إنما

---

(١) سا ، د : منه

(١) سا ، د : التى

(٣) فى هامش ف : [أول حد بعد مركز الكسوفى للقمر بالوسط] ، [يعنى حدود كسوفى التقويم التى لعرض القمر]

(٤) سا ، د : [بعد المركز الكسوفى] بدلا من [الكسوف بعد]

(٥) د : القمر

(٦) سا : فإذا

(٧) د : و يب

(٨) م ، د : ر يد مح — وفى سا : غير واضح

(٩) سا ، د : رفه يب

(١٠) [إلى د له يب ثم لا يكون] : غير موجود فى ف

(١١) سا ، د : جدول

(١٢) سا ، د : جدول

(١٣) د : يسهل

(١٤) [فصل فى ابعاد مابين الشهور التى قد يكون فيها الكسوفات] : غير موجود فى سا ، د

(١٥) د : يرجع

(١٦) ف : فى الهامش

(١٧) سا : أولا

نرجع ونشتغل (١) بمراعاة (٢) ذلك عند حصول المدة التي في مثلها (٣) يقع الكسوف ولما كانت المدة الوسطى لخمسة (٤) أشهر من اتصال إلى اتصال بالوسط إذا فرض فيها للشمس أسرع مسيرها ليمكنها أن تقطع أقصر ما بين حدى الكسوف كان(٥) أسرع مسيرها يزيد على مسيرها الوسط الذى هو (قمه لب) (٦) بأربعة أجزاء و (يح) (٧) دقيقة وإذا فرض فيها للقمر أبطأ السير حتى لا يتجاوز ما يتأخر عن هذا الوسط المشترك ويكون ما بين (٨) الوسط والحقيقى (٩) مهلة (١٠) تتحرك (١١) الشمس فيها زيادة مسافة فيزيد ذلك في مهلة (١٢) الشمس وإذا فرض ذلك كان تعديل القمر الناقص مقدار (ح م) لأن أكثر فضل سيره في اختلافه في تلك المدة يكون (قكط) (١٣) جزءا و (٥) دقائق (١٤) ويكون (١٥) البعد بينهما (د) جزءا و (يح) دقيقة (١٦) والجزء من اثنى عشر من ذلك لوقت (١٧) لحوقه الشمس وهو (ا و) (١٨) فيكون (دلح) (١٩) بالتقريب

---

(١) سا ، د : ويستعمل

(٢) د : مراعاة

(٣) سا : مثله

(٤) سا : بخمسة

(٥) [أقصر مابين حدى الكسوف كان] : في هامش سا

(٦) سا ، د : قمه لب

(٧) ف ، سا ، د : و (لح)

(٨) سا ، د : بين

(٩) سا ، د : الحقيقى

(١٠) سا : غير واضح

(١١) سا : تتحول

(١٢) سا : غير واضح

(١٣) ف : قيط

(١٤) سا ، د : (قلط ه) بدلا من [(قكط) جزءا و (ه) دقائق]

(١٥) سا ، د : فيكون

(١٦) سا : (يح لح) – وفى د : (لح لح) بدلا من [(يه) جزءا ، (يح) دقيقة]

(١٧) سا : الوقت – وفى ب : غير موجود

(١٨) سا : درجة وستة دقائق – وفى د : درجة وست دقائق

(١٩) د : و لح

ويسير (١) العرض (قنح كا) (٢) وهو درجة وست (٣) دقائق تزاد على فضل اختلاف الشمس فيكون (ه مد) بالتقريب فإذا زدنا على الوسط تعديل الشمس مع هذه الزيادة وهو درجة وست دقائق كان الجميع (قبط) (٤) جزءا و (ه) (٥) دقائق (٦) ويسير (٧) القمر في هذه المدة في العرض (٨) (قنح كا) (٩) لكن حدود(١٠) الكسوفات (١١) لبعد القمر الوسط من الأرض هو حيث العرض جزء واحد لأنه كان (١٢) للأقرب عرض جزء وثلاث دقائق و (لو) ثانية وهو مجموع المقدارين وللأبعد عرض (١٣) (نو) دقيقة و (كد) ثانية (١٤) والواحد كالواسطة بينهما فهو عرض الواسطة بينهما و حيث العرض جزء واحد (١٥) فإن بعده من العقدة (فا) (١٦) جزءا و (ل) دقيقة (١٧) فإذا أسقط (١٨) ضعفه من(١٩) نصف الدائرة بقي (قنر)(٢٠) جزءا (٢١) وقوس(٢٢) هذا الاتصال يزيد

---

(١) د : وسير
(٢) ف ، سا ، د : قيه كا
(٣) سا : وستة
(٤) ف : قيط — وفي سا ، د : مائة وتسعة وخمسين
(٥) سا ، د : وخمس
(٦) في هامش ب : وهو مايسير القمر في هذه المدة بالحقيقة
(٧) سا ، د : وسير
(٨) [في العرض] : غير موجود في سا
(٩) ف ، سا : قيه كا
(١٠) د : حودو
(١١) سا ، د : الكسوف
(١٢) سا : غير موجود
(١٣) ف : لو
(١٤) سا : [ه يو كد] — وفي د : [ه نوكد] بدلا من [(نو) دقيقة (كد) ثانية]
(١٥) د : كرر بعد ذلك جزءاً مما سبق على الصورة التالية [لأنه كان للأقرب عرض جزء وثلث و (لو) ثانية وهو مجموع المقدارين للأبعد عرض (ه نوكد) والواحد كالواسطة بينهما وحيث العرض جزء واحد]
(١٦) ف : يا
(١٧) سا : [يال] — وفي د : [فال] بدلا من [(فا) جزءا ، (ل) دقيقة]
(١٨) د : سقط
(١٩) سا ، د : عن
(٢٠) ف ، سا : قير
(٢١) سا ، د : غير موجود
(٢٢) سا : وهو نفس

عليه بجزئين (١) و (٥) (٢) دقائق فإذن (٣) هي قوس كسوف وهذا الفضل الذى بين (٤) الخمسة الأشهر الوسطى وبين الحقيقة هو (٥) مسير (٦) القمر الحقيقى من اتصال إلى اتصال دون الذى لمسير (٧) مركز التدوير فإذن (٨) يمكن أن يقع فى طرفى أكثر ما يكون من خمسة أشهر كسوفان قمريان ولكن من جهة واحدة لاغير وأما أنه هل يعود كسوف فى أقصر مدة سبعة أشهر طلبا لأن لا يكون قوس(٩) ما بين الاتصالين زائدا على القوس التى طرفها داخل فى حد الكسوف من الجهة المقاطرة (١٠) لنقطة (١١) الكسوف قال فإن (١٢) هذا لا يمكن وإن جعلنا مسير الشمس أبطأ ما يكون ومسير القمر أسرع ما يكون حتى يلحقها فى أقرب مدة قبل القوس المذكورة لأن قوس القمر فى هذه المدة الوسطى بالمسير الوسط ٢٥٣ أجزاء و (مه) دقيقة (١٣) وتعديل القمر الزائد يكون (ط) (١٤) أجزاء و (نح) (١٥) دقيقة لأن قوس الاختلاف يكون (فب) (١٦) جزءا و (مح) دقيقة (١٧) وأكبر (١٨) تعديل الشمس الناقص يكون فى مسيره (١٩) فى مثل (٢٠)

---

(١) ف : بجرين — وفى د : عشرون

(٢) سا ، د : وخمس

(٣) سا : فإذا

(٤) سا ، د : بين الأيام

(٥) ف : وهو — وفى سا ، د : هى

(٦) سا ، د : بمسير

(٧) د : بمسير

(٨) سا : فإذا

(٩) د : قوس ط

(١٠) د : المقاطر

(١١) د : ولنطقه

(١٢) سا : غير موجود

(١٣) سا ، د : [رحـ مه] بدلا من [٢٥٣ أجزاء ، (مه) دقيقة]

(١٤) سا ، د : تسعة

(١٥) ف : و (يح) — وفى سا ، د : وثمانية وخمسين

(١٦) ف : قف

(١٧) سا ، د : [قف مح] بدلا من [(فب) جزءا ، (مح) دقيقة]

(١٨) : غيرف واضح — وفى د : واكثر

(١٩) سا ، د : سيره (٢٠) سا : ميل

هذه المدة (١) أربعة أجزاء و (مب) دقيقة (٢) وأنت تعلم أنه إذا كان هكذا يكون القمر قد أدرك(٣) الشمس بالمسير (٤) المقوم قبل إدراكه إياها بالوسط (٥) وتكون (٦) الشمس قد أدركت قبل أن بلغت وسطها لأنها ناقصة السير (٧) ويكون بين الوسطين مجموع التعديلين وهو (يد م) (٨) والجزء من اثنى عشر (٩) منها معلوم فإذا (١٠) زيد ذلك على تعديل الشمس بلغ (ه نه)(١١) وذلك (١٢) مبلغ ما يجب أن ينقص من وسط القمر في العرض وكان قوس الاتصال (ه نه) (١٣) ومسير القمر في العرض يكون فى (١٤) هذه المدة (ر يد) جزءا و(مب) دقيقة (١٥) فإذا نقص منه هذه الأجزاء بقى قوسه المائل (ر ح) أجزاء (مر) دقيقة (١٦) وهو أعظم من إحدى القوسين (١٧) التى (١٨) يقع فيها (١٩) الكسوف (٢٠) وأصغر من التى (٢١) تليه (٢٢) فإذن (٢٣) لا يمكن أن يكون فى

---

(١) سا ، د : المدة يكون

(٢) سا : [د مت] – وفى د : [د مب] بدلا من [أربعة أجزاء ، (مب) دقيقة]

(٣) د : أدركته

(٤) ب ، سا ، ف : السير

(٥) د : بالمسير الوسط

(٦) سا : ويكون

(٧) د : غير واضح

(٨) [وهو (يد م)] : غير موجود فى سا ، د

(٩) فى هامش ب : [وهو ا فه]

(١٠) سا : فإذن

(١١) ف : ه يه – وفى سا : ب ه ب

(١٢) سا ، د : فذلك

(١٣) ف : ه يه – وفى هامش ب : ر حه – وفى سا : ه يايه – وفى د : ه نايه

(١٤) سا ، د : غير موجود

(١٥) سا ، د : [ريد ما] بدلا من [(ريد) جزءا ، (مب) دقيقة]

(١٦) سا ، د : [ر ح مر] بدلا من [(ر ح) أجزاء ، (مر) دقيقة]

(١٧) سا ، د : القوس

(١٨) د : الذى

(١٩) سا ، د : فيه

(٢٠) د : القوس

(٢١) سا ، د : الذى

(٢٢) د : يليه

(٢٣) سا : فإذا

طرفي (١) سبعة أشهر البتة كسوفان قمريان والنظر هل يمكن أن (٢) يكون للشمس كسوفان في طرفي مدة خمسة أشهر في بلد واحد بعينه فنقول (٣) قد علم أن قوس القمر من المائل في أطول مدة خمسة أشهر (٤) (قنط ٥) (٥) والقوس التي (٦) لا كسوف فيها في بعد القمر الوسط إلا باختلاف المنظر دون نفس المماسة هي (قسر)جزءا (لو)دقيقة (٧) لأن المقدارين هناك (لب) دقيقة (لك) ثانية (٨) لأن (٩) نصف (١٠) قطر القمر في البعد الأوسط جعل زائدا على نصف قطره في البعد الأبعد فنضيف زيادة الأوسط على الأبعد إليه فكان (١١) (يو) دقيقة و (م)ثانية (١٢) ونصف قطر الشمس تقريبا (يه) دقيقة و (م)ثانية (١٣) وذلك (١٤) (لب) دقيقة و (لك)ثانية (١٥) والبعد من العقدة ستة أجزاء و (يب)دقيقة (١٦) فقد فضل القوس التي لا كسوف فيها بثماني (١٧) درج (لا) (١٨) دقيقة وهذا المقدار يوجب زيادة عرض على حد الكسوف مبلغها (مه) دقيقة (١٩) بالتقريب

---

(١) سا ، د : طرف

(٢) ف : في الهامش

(٣) سا ، د : غير موجود

(٤) سا ، د : أشهر هو

(٥) ف ، سا : قيط ه

(٦) سا ، د : الذي

(٧) سا : [قسه لو] - وفي د : [قسر لو] بدلا من [(قسر) جزءا (لو) دقيقة]

(٨) سا ، د : [ه لب لك] بدلا من [(لب) دقيقة (لك) ثانية]

(٩) سا ، د : وذلك لأن

(١٠) سا : ينصفه

(١١) د : وكان

(١٢) سا : [ه يو ح وكان يو م] - وفي د : [ه يو م] بدلا من [(يو) دقيقة ، (م) ثانية]

(١٣) سا ، د : [ه يه م] بدلا من [(يه) دقيقة ، (م) ثانية]

(١٤) سا ، د : فذلك

(١٥) سا ، د : [لب لك] بدلا من [(لب) دقيقة ، (لك) ثانية]

(١٦) سا ، د : [و يب] بدلا من [ستة أجزاء ، (يب) دقيقة]

(١٧) ف ، سا : بثمانية - وفي د : ثمان

(١٨) سا : واحد وثلاثين - وفي د : وإحدى وثلاثين

(١٩) سا ، د : [ه مه] بدلا من [(مه) دقيقة]

فإن أمكن أن يقع فى أحد الاجتماعين من اختلاف المنظر ما هو أكثر من هذا المقدار أمكن وإلا لم يمكن ثم من البين على ما قلنا إن حركة الشمس إذا وضعت [1] أسرع ما يكون فى هذه المدة وأعظم اختلافا وذلك من ثلثى السنبلة إلى ثلثى الدلو [2] وحركة القمر أبطأ ما يكون كان البعد بين النيرين [3] على ما قلنا مجموع التعديلين وهو (يج) جزءا و (يح) دقيقة[4] ويزاد عليه جزء من اثنى عشر [5] ليكون (يد) جزءا و (كد) دقيقة [6] والقمر يسير هذا القدر فى يوم وساعتين وربع فلنزد ذلك على أيام خمسة أشهر وسطى التى هى (قمر) يوما و (يه)[7] ساعة ونصف وربع ساعة تجتمع المدة العظمى لخمسة [8] أشهر فى هذا المكان [9] (قمح) يوما و (يح) [10] ساعة و تحتاج إلى موافاة الوقت الذى كان فيه الكسوف الأول إلى ست ساعات أخرى ثم لسنا نجد فى جميع هذه[11] المكسونة اختلاف منظر إلى الشمال فى البرجين المذكورين فى هذا المكان قبل موافاة هذه بست ساعات بحيث يكون زائدا على (مه) دقيقة[12] لا بانفراد ولا باجتماع بأن[13] يكون بعضه[14] واقعا فى الكسوف الأول وبعضه [15] واقعا [16] فى الكسوف الثانى حتى [17] يدارك [18]

---

(1) د : وصفت

(2) سا : الدور

(3) د : البعدين

(4) سا ، د : [يج لح] بدلا من [(يج) جزءا ، (يح) دقيقة]

(5) سا : عشر جزءا

(6) سا ، د : [يد كد] بدلا من [(يد) جزءا ، (كد) دقيقة]

(7) سا : وخمسة عشر — وفى د : وخمس عشرة

(8) ف ، سا : بخمسة

(9) د : غير موجود

(10) د : (لح)

(11) سا ، د : غير موجود

(12) سا ، د : [خمسة وأربعين] بدلا من [(مه) دقيقة]

(13) د : من أن

(14) سا ، د : نقصه

(15) سا ، د : ونقصه

(16) ف : فى الهامش

(17) فى هامش ف : [.... مدة الكسوف]

(18) سا : غير واضح

طرفا الكسوف المدة وذلك عند ما يكون القمر فى الجهة الجنوبية من الشمس ومن فلك البروج حتى يقع اختلاف المنظر الموجب للكسوف شماليا بأن [1] يكون متوجها من الذنب إلى الرأس وأما الانحراف إلى جهة الجنوب فقد يمكن أن يقع اختلاف [2] المنظر فى البرجين ما يزيد على ذلك قبل تتمة المدة المذكورة بالست [3] الساعات [4] المذكورة [5] وذلك إذا كان الغارب [6] فى الاجتماع الأول ثلثى [7] السنبلة وكان وسط السماء فى الاجتماع الثانى ثلثى [8] الدلو ففى هذا الموضع [9] يقع للقمر فى بعده الوسط انحراف جنوبى إذا احتسب كالذى [10] للشمس يبلغ [11] المقدار [12] المطلوب [13] أما تحت معدل النهار ففى ثلثى العذراء [14] (كب) [15] دقيقة وثلثى الدلو (يد) دقيقة [16] وأما حيث يكون أطول نهارهم اثنتى عشرة ساعة ونصفا [17] ففى ثلثى العذراء [18] (كر) [19] دقيقة [20] وفى ثلثى الدلو (كب) دقيقة [21]

---

(١) سا : فإن

(٢) د : من اختلاف

(٣) ب : بالسته

(٤) د : ساعات

(٥) [بالست الساعات المذكورة] : غير موجود فى سا

(٦) سا : العارف

(٧) د : ثلثا

(٨) سا ، د : ثلثا

(٩) سا : الوضع

(١٠) ف ، سا ، د : بالذى

(١١) سا : فيلغ

(١٢) سا ، د : المدة

(١٣) سا ، د : المطلوبة

(١٤) د : العد لاء

(١٥) سا : ٠ كب

(١٦) د : غير موجود – وفى سا : [٠ يد] بدلا من [(يد) دقيقة]

(١٧) ب ، د : ونصف

(١٨) د : العذواه

(١٩) ب : غير واضح – وفى د : كد

(٢٠) د : غير موجود – وفى سا : [٠ كر] بدلا من (كر) دقيقة

(٢١) سا ، د : [٠ كب] بدلا من [(كب) دقيقة]

ومجموعهما يزيد على (مه) (١) بأربع دقائق وكلما أمعن فى الشمال كانت الزيادة أكثر وهذا يكون فى الجانب الشمالى من الشمس لا محالة بأن يكون (٢) القمر (٣) متوجها من الرأس إلى الذنب فهذا (٤) ما فعله بطليموس وأما فى أقصر مايكون من سبعة أشهر فقد يمكن للشمس أيضا ذلك إذ قد تبين فى باب كسوف القمر أن فضل القوس فى المائل يكون فى هذه المدة (رح) جزءا و (مر) دقيقة (٥) والقوس التى الكسوف (٦) فيها فى بعد القمر الوسط أصغر منه بستة عشر جزءا و (كح) (٧) دقيقة لأن تلك القوس (قصب) (٨) جزءا و (كد) دقيقة (٩) أعنى القوس التى تبتدىء من الحد (١٠) الذى قبل عقدة وتنتهى (١١) إلى الحد (١٢) الذى (١٣) بعد العقدة المقابلة وبين العقدتين (قف) (١٤) درجة تزاد (١٥) من من الجانبين ضعف و (يب) فى البعد الأوسط (١٦) وقد كان فى الأقرب (ركد) (١٧) فيصير (١٨) (قصب كد) وفى العرض جزء (١٩) واحد و(كه) (٢٠) دقيقة فحيث (٢١) يكون انحراف واحد أو مجموع (٢٢) انحرافين يزيد عليه بعد

---

(١) سا ، د : خمسة وأربعين
(٢) سا : يكونان
(٣) د : غير موجود
(٤) سا : وهذا
(٥) سا ، د : [رح مز] بدلا من [(رح) جزءا ، (مر) دقيقة]
(٦) ف ، سا ، د : الكسوف
(٧) د : كح
(٨) ف : صب
(٩) سا ، د : [قصب كد] بدلا من [(قصب) جزءا ، (كد) دقيقة]
(١٠) ف : الحدى
(١١) د : وينتهى
(١٢) ف : أبجد
(١٣) [إلى الحد الذى] : غير موجود فى سا
(١٤) سا : مائة وثمانون — وفى د : مائة وثمانين
(١٥) سا ، د : يزادا
(١٦) د : الوسط
(١٧) ف ، سا ، د : فى كد
(١٨) د : فتصير
(١٩) سا : بجزء
(٢٠) سا ، د : وخمس وعشرين
(٢١) سا : فحينئذ
(٢٢) ف ، سا ، د : ومجموع

أن يحتسب بانحراف الشمس يزيد عليه فهناك يمكن ذلك ومعلوم أن سير الشمس ههنا يكون من ثلثى الدلو إلى ناحية العذراء (١) وقد علمت البعد بين الشمس والقمر فى هذه المدة وما تسيره(٢) الشمس إلى لحوق (٣) القمر إياها وهو (يدم) (٤) وجزء من اثنى عشر (٥) والقمر يسير هذا القدر فى يوم واحد وخمس ساعات فينقص هذا من المدة الوسطى لسبعة (٦) أشهر التى هى (رو) (أيام) (٧) (يو) ساعة يبقى (ر ه) أيام) (٨) (يب) ساعة فيبقى إلى وقت الاجتماع الأول الذى كان فى آخر (٩) الدلو (يب) ساعة فالبلاد التى يكون فيها للشمس انحراف منظر فى أحد البرجين يزيد على (١٠) الجزء (١١) الواحد والخمس (١٢) والعشرين (١٣) دقيقة أو فى (١٤) كليهما مجموعين ويكون بين (١٥) جهتى اثنتى عشرة (١٦) ساعة بأن يكون أحدهما مغربا والآخر مشرقا لا محالة حتى يكونا فوق الأرض وهناك (١٧) يمكن عود الكسوف فأما (١٨) إذا اعتبر (١٩) انحراف المنظر إلى جهة الشمال فغير

---

(١) [فهناك يمكن ذلك ومعلوم أن سير الشمس ههنا يكون من ثلثى الدلو إلى ناحية العذراء] : غير موجود فى سا

(٢) سا : تسيرها

(٣) سا : نحو

(٤) سا : حدم

(٥) سا : عشر جزءا

(٦) سا : بسبعة

(٧) ف : [ر وايام] – وفى سا : [ر و يوما]

(٨) د : يوما

(٩) سا ، د : أجزاء

(١٠) ف : عليه

(١١) ف : فى الهامش

(١٢) ط ، د : والخمسة

(١٣) سا : والخمسة وعشرين

(١٤) د : أو فى

(١٥) د : فى

(١٦) ط ، سا : اثنى عشر

(١٧) د : فهناك – وفى سا : غير واضح

(١٨) سا ، ه : وأما

(١٩) د : غير واضح

يمكن البتة لأنه (١) لا يبلغ الانحراف الشمالى فى البعد الأوسط (٢) أزيد من (كح) (٣) دقيقة ولا (٤) يجوز إذن أن يكون (٥) هذان الكسوفان فى القطعة الجنوبية من المائل وأما إذا كان الانحراف إلى الجنوب فقد يمكن إذا كان العرض شماليا وأول الدوائر المتوازية التى يمكن فيها (٦) ما يحاذى جزيرة رودس (٧) وذلك إذا كان آخر (٨) الدلو مشرقا (٩) وآخر (١٠) السنبلة (١١) مغربا (١٢) فإن القمر ينحرف منظره فى كل واحد منهما إلى الجنوب بقريب من (مو) دقيقة (١٣) فإذا جمعا كان (لب) (١٤) وهو أكثر من جزء و (كه) (١٥) دقيقة (١٦) وكلما أمعن فى الشمال زادت الدقائق ونقول إنه لا يمكن فى طرفى شهر واحد أن تنكشف الشمس مرتين فى موضع البتة وإن جمعنا جميع (١٧) شرائط الكسوف التى لا تجتمع حتى كان القمر فى أقرب قربه (١٨) ليزيد الانحراف وزمان الشهر (١٩) أقصر ما يكون والبرج (٢٠) أعظم إيقاعا للانحراف والساعة أولى الساعات بزيادة الانحراف الزائد والقمر أسرع ما يكون حتى يكون (٢١) الاجتماع أقرب وإنما

---

(١) سا : لا يمكن أن (٢) د : الوسط
(٣) سا ، د : ثلاث وعشرين (٤) سا ، د : فلا
(٥) سا : [أن يكون إذن] بدلا من [إذن أن يكون]
(٦) سا ، د : فيه
(٧) ف : ردس
(٨) سا ، د : أواخر
(٩) سا ، د : مشرقيا .
(١٠) سا : وأوائل – وفى د : وأواخر .
(١١) سا : السنة .
(١٢) سا ، د : مغربيا .
(١٣) سا ، د : (ه مو) بدلا من [(مو) دقيقة)]
(١٤) ف : (صب) – وفى سا ، د [ه مب]
(١٥) سا ، د : وخمس وعشرين
(١٦) [فإذا جمعنا كان (لب) وهو اكثر من جزء ، (كه) دقيقة] : فى هامش ف
(١٧) د : فى
(١٨) د : حده
(١٩) سا : الشهر ايضا
(٢٠) سا ، د : والبروج
(٢١) [أسرع مايكون حتى يكون] : مكرر فى د

لا يمكن ذلك لأن قوس مسير الوسطى لمسير (١) النيرين يكون (كط) جزءا وست (٢) دقائق (٣) وأكثر اختلاف القمر (كه) و (مط) دقيقة (٤) وتعديله الزائد جزئين و (كح) دقيقة (٥) الزائد (٦) وتعديل الشمس الناقص جزء واحد وثماني (٧) دقائق (٨) فإذا (٩) أخذنا الجزء الواحد من اثنى عشر جزءا من مجموعها و زدناه (١٠) على تعديل الشمس يكون حينئذ الاجتماع المقوم متقدما (١١) على الوسط بجزء واحد و (كو) (١٢) دقيقة ومسير القمر فى عرضه لمدة شهر وسط (١٣) (ل) جزءا و (م) دقيقة (١٤) فإذا أنقصنا منه هذا التعديل (٢٤) فما (١٥) يزيد عليه كان السير فى العرض أقصر شهر (كط يد) وعرض هذه الأجزاء (١٦) إذا أخذ (١٧) الاجتماع المقوم على رأس (ب كح) (١٨) والعرض الذى للحد الثانى أكثر ما يمكن والقمر فى أقرب قربه درجة وست دقائق (١٩) والفضل بينهما درجة و (كر) دقيقة (٢٠) وليس يمكن أن يقع فى بلد واحد ولا فى بلدين من المعمورة

---

(١) د : المسير
(٢) ب : و
(٣) سا ، د : [كط و] بدلا من [(كط) جزءا وست دقائق]
(٤) سا ، د : [كه مط] بدلا من [(كه) جزءا ، (مط) دقيقة]
(٥) سا : [ب لح] - وفى د : [ب كح] بدلا من [جزءين ، (كح) دقيقة]
(٦) د : غير موجود
(٧) ب : وثمان
(٨) سا ، د : [ا ح] بدلا من [جزء واحد و ثمانى دقائق]
(٩) د : وإذا
(١٠) سا ، د : وزيادة
(١١) سا ، د : مقدماً
(١٢) ا : كر
(١٣) سا : وشط
(١٤) سا ، د : [ل م] بدلا من [(ل) جزءا ، (م) دقيقة]
(١٥) سا : ما
(١٦) د : الكلام الموجود بين القوسين [ ] مكتوب فى الهامش
(١٧) سا : أحد
(١٨) ف : [ب يه] - وفى سا : [ب لح] - وفى د : [له]
(١٩) سا ، د : [ا و] بدلا من [درجة وست دقائق]
(٢٠) سا ، د : [ا كر] بدلا من [درجة ، (كر) دقيقة]

فى جميع (١) الأرض اختلاف منظر واحد أو مجموعين من جهتين مختلفتين أو فضل ما بينهما من جهة واحدة أكثر من درجة و (كر) دقيقة (٢) مع احتساب انحراف الشمس وأما فى جهتين متضادتين متباعدتين جنوبا وشمالا فقد يمكن لأنه قد يمكن أن يقع اختلاف منظر إلى (٣) جزء واحد فى كل واحد من الاجتماعين الجنوبيين (٤) شمالا وللشماليين جنوبا ومجموعهما (٥) يزيد على درجة و (كر) دقيقة (٦)

فصل

فى صفة عمل جداول الكسوفات (٧)

ثم رسم جداول الاتصالات (٨) الموجبة للكسوفات ومقادير إظلامها وأزمنة مكثها واحد منها للقمر والآخر للشمس وقسم كل جدول قسمين الأول للقمر (٩) فى (١٠) أبعد بعده والآخر على أنه فى أقرب بعده ورسم فى الصف الأول من كل قسمة (١١) جدول أجزاء القمر فى المائل بين حدى (١٢) الكسوف التاليين للنهاية الشمالية (١٣) متفاضلة بثلاثين ثلاثين (١٤) دقيقة يكون الطرفان حدى (١٥) المماسة فى ذلك البعد [ثم ما بينهما (١٦)] أجزاء القوس التى يقع فيها الكسوف وفى الصف الثانى (١٧)

(١) د : فى الهامش

(٢) سا : [ا كر] – وفى د : [ا كه] بدلا من [درجة ، (كر) دقيقة]

(٣) سا : ال

(٤) د : الجنوبيين

(٥) سا ، د : ومجموعة

(٦) سا ، د : [ا كر] بدلا من [درجة ، (كر) دقيقة]

(٧) [فصل فى صفة عمل جداول الكسوفات] : غير موجود فى سا ، د

(٨) سا د : للاتصالات

(٩) سا ، د : القمر

(١٠) سا ، د : على أنه فى

(١١) ف : غير واضح

(١٢) سا ، د : جزى

(١٣) فى هامش ف : عند الذنب – وفى سا ، د : الشمالية عند الذنب

(١٤) سا ، د : غير موجود

(١٥) سا ، د : حد

(١٦) سا ، د : ما يليهما

(١٧) (وفى الصف الثانى) : غير موجود فى سا ، د

أجزاء (١) القمر في (٢) المائل من (٣) حدى الكسوف الأبعدين عن النهاية الشمالية (٤) التي إلى العدد الأول والعدد الأخير (٥) من كل صف حد المماسة ورسم في الصف الثالث مقادير الإظلامات (٦) وسماها أصابع وهي أجزاء من اثنى عشر جزءا من قطر المنكسف على أن قطره الدقائق المعلومة وفي(٧) الرابع دقائق الوقوع بحسب الأصابع وهو(٨) ما يسيره(٩) القمر بالحقيقة في مدة الإظلام لو فرضت الشمس ساكنة ولم يختلف منظرها وخص صفوف جدولي القمر بصف خامس وهو جدول المكث وهو دقائق مسير القمر من ابتداء تمام الكسوف إلى وسط الكسوف وإنما خص القمر بهذا لأن الشمس لما كانت(١٠) إنما ترى مساوية لجميع القمر أو أصغر منه(١١) على ماقيل بما لايعتد به لم يعتد بمكث كسوفها قال وقد كان حسابنا لحركات(١٢) القمر في أزمنة الإظلامات بطريق الخطوط على أنها مستقيمة في الحس وعلى أن المسير في فلك البروج ولم يعتد(١٣) بالتفاوت(١٤) الواقع بين قوس البروج ومائل القمر بعد أنا لم نجهل (١٥) أن أخذنا من فلك البروج مكان أخذنا من المائل قد يوجب لا محالة تفاوتا بقوس (١٦) فليكن أ عقدة و : أ ب من المائل و : أ ج من البروج وليكونا متساويين و : ب د قوس من الكبار عمودي فلا محالة أن القمر إذا

---

(١) سا : أخر

(٢) سا ، د : غير موجود

(٣) سا ، د : بين

(٤) في هامش ب : عقد الرأس و – أى في الثاني

(٥) سا ، د : الآخر

(٦) ف : الإطلاقات

(٧) سا ، د : في

(٨) سا : وهي

(٩) سا : يستره

(١٠) سا ، د : إنما أن

(١١) سا ، د : منها

(١٢) سا : بحركات

(١٣) سا : يعد

(١٤) سا : التفاوت – وفي د : التفاوت

(١٥) سا : غير واضح

(١٦) د : فقوس

كان على ب (١) كان على د (٢) من البروج وإذا (٣) أخذنا أ جـ على أنه أ ب كان التفاوت بقوس جـ د (٤) ولأن وسط زمان الكسوف يكون على د لأن ب د قوس العرض فيكون تفاوت ما بين (٥) زمان (٦) الاتصال (٧) الحقيقي وهو وسط الكسوف وبين (٨) ما وصفناه هو (٩) جـ د و : جـ د (١٠) أكثر ما يكون خمس دقائق وذلك في القرب من النهاية للعرض (١١) أي (١٢) العرض كله وأما في أوقات الكسوف (١٣) فلا يزيد على دقيقتين ونعلم (١٤) ذلك من جهة أنا (١٥) نضرب ب أ في (١٦) نفسه ونسقط (١٧) منه (١٨) مربع ب د المعلوم ونأخذ جذر (١٩) ما تبقى (٢٠) فيكون أ د فيعلمه (٢١) و : أ جـ معلوم فيعلم التفاوت (*) فيجد التفاوت (٢٢) عند أوساط

---

(١) د : ت

(٢) د : و

(٣) سا ، د : فإذا

(٤) سا : ب جـ د

(٥) [تفاوت مابين] : في هامش سا

(٦) سا : زمان مابين

(٧) في هامش ب : المأخوذ

(٨) سا ، د : وهو

(٩) سا ، د : غير موجود

(١٠) د : [و : جـ ٥]

(١١) سا : للعرض

(١٢) سا : إلى

(١٣) سا : الكسوفات

(١٤) سا ، د : فيعلم

(١٥) سا ، د : أن

(١٦) سا : [باق] بدلا من [ب أ في]

(١٧) سا ، د : فيسقط

(١٨) سا ، د : عنه

(١٩) سا : حد

(٢٠) سا : غير موجود – وفي د : مابقى

(٢١) سا : فنعلمه

(*) نظرية (٣٨) : عند الكسوف يكون البعد بين العقدة والقمر مساويا تقريباً طول القمر أي يمكن إجراء حسابات الكسوف بإهمال عرض القمر

البرهان في الشكل (١١٥) أ د جـ البروج ، أ ب مسار القمر حيث نقطة أ العقدة . ولنفرض أن موقع القمر عند نقطة ب . ننزل العمود ب د على أ جـ فيكون أ د طول القمر

المطلوب إثبات أن الفرق بين أ ب ، أ د يمكن إهماله

نأخذ أ جـ على البروج = أ ب

∴ الفرق بين أ ب ، أ د = أ ب – أ د = أ جـ – أ د = د جـ

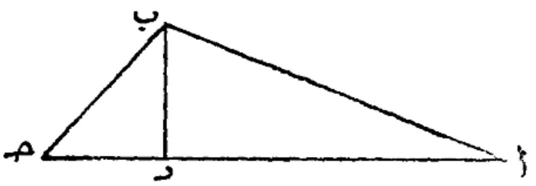
وبالحساب يمكن اثبات أنه إذا كان القمر على بعد ٩٠° من العقدة ، فإن د جـ يكون نهاية عظمى قدرها خمس دقائق قوسية .

وبما أن الكسوف يحدث قريباً من العقدة . أي على بعد أقل بكثير من ٩٠° فإن د جـ أصغر بكثير من تلك القيمة

وبالحساب ينتج أنه لا يزيد على دقيقتين قوسيتين ، أو يمكن إهماله

(٢٢) [فيجد التفاوت] : في هامش ف

الكسوفات قريبا[1] من دقيقتين ولا يبلغ جزءا من ستة [2] عشر جزءا من ساعة مستوية وهذا القدر لا يعتد به ولا يضبط فى الأرصاد ثم بين أيضا أنه كيف

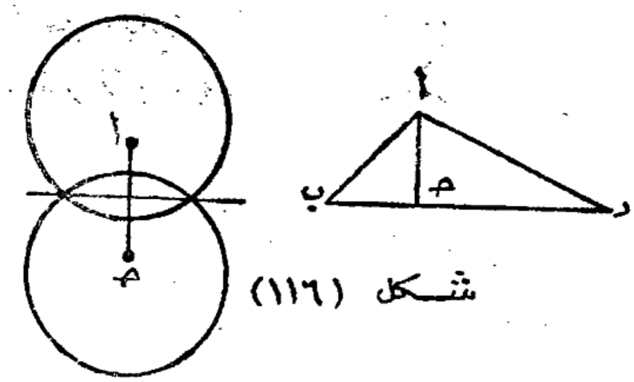


شكل (١١٥)

وجد دقائق السقوط [3] إذا لم يكن مكث [4] قال ليكن مركز الشمس أو الظل عند أ و : ب ج د [5] مقام قوس من الدائرة [6] المائلة [7] للقمر و : ب مركز القمر عند المماسة الأولى و : د مركزه عند المماسة الأخيرة حين المفارقة و : ا ج عمود فيكون وسط الكسوف لا محالة على ج ولأن ا ب ، أ د وهما مجموعا المركزين متساويان فمن البين [8] أن [9] ب حـ ، جـ د [10] متساويان لأن ا ج عمود وكل واحد من ا ب : ا د معلوم لأجل أنهما مجموع نصفى القطرين المعلومين فإذا كان مقدار الكسوف معلوما فـ : ا ج معلوم لأنه ما بقى [11] بعد نقصان مقدار الكسوف [12] عن [13] ا د فبقى [14] ب ج ، حـ د [15] معلومين

---

(١) سا ، د : بقريب
(٢) سا : اثنى
(٣) سا ، د : الوقوع
(٤) د : غير موجود
(٥) ف : وبجد
(٦) سا ، د : دائرة
(٧) د : المائل
(٨) د : النيرين
(٩) د : غير موجود
(١٠) ف : ب ح ، حـ د
(١١) سا : لا يبقى – وفى د : مايبقى
(١٢) ف ، سا ، د : الكسوفين
(١٣) سا ، د : غير موجود
(١٤) د : فيبقى
(١٥) ف : ل ى ، حـ د – وفى سا ، د : ب حـ د



شكل (١١٦)

فى أى بعد كان وهو ما سار القمر إلى وسط الكسوف(*) وبين من ذلك(١) أن(٢) القوسين من المائل من (٣) الابتداء إلى الوسط (٤) ومن تمام الكسوف إلى الوسط عند المكث مساويان (٥) كل واحد لنظيره الباقى ولكن لأجل أن الحركة عليها تكون (٦) غير مستوية لا يكون(٧) زماناهما (٨) متساويين بالحقيقة بل بالتقريب

(*) تعيين البعد بين أول الكسوف ووسطه :

فى شكل (١١٦) نفرض ا مركز الشمس ، ب مركز القمر عند بدء الكسوف أى أول تماس ، ولتكن نقطة د مركزه عند آخر الكسوف ، حيث ب د مسار القمر

ا ب = ا د = مجموع نصفى قطرى الشمس والقمر

إذا أنزلنا ا حـ عمودا على ب د ، كانت نقطة حـ موقع منتصف الكسوف

∴ ب حـ = حـ د

لكنا نعرف مجموع نصفى قطرى الشمس والقمر أى نعرف ا ب أو ا د كما نعرف أيضا مقدار الكسوف وهو الجزء المختفى من نصف قطر الشمس أو القمر منسوباً إلى نصف القطر

لكن ا حـ = ا م + م حـ = نصف قطر الشمس − $\frac{1}{2}$ الجزء المختفى + نصف قطر القمر $\frac{1}{2}$ الجزء المختفى

= مجموع نصفى القطرين − الجزء المختفى

= ا ب − مقدار الكسوف

من ذلك يتضح أن ا حـ معلوم ، ومن المثلث ا ب حـ يمكن إيجاد قيمة ب حـ وهو البعد بين أول تماس وبين وسط الكسوف .

فلاحظ اننا هنا أهملنا حركة الشمس اثناء الكسوف واختلاف منظر القمر فى أول تماس وآخر تماس وكذلك عدم انتظام حركة القمر .

(١) [وبين من ذلك] : غير موجود فى سا

(٢) سا : وإن

(٣) د : مكرر

(٤) سا : الوسط الكسوف

(٥) ب : متساويان − وفى د : مساويا

(٦) د : مايكون

(٧) سا : لأن

(٨) د : زمانها

ولأن اختلاف المنظر فى القمر لايتساوى(١) فى الجانبين(٢) أيضا بل فى أحدهما يقرب وفى الآخر يبعد (٣) ولأن الشمس تسير (٤) جزءا من اثنى عشر جزءا (٥) من مسير القمر وذلك مما لم يزده عليه ولما بين ذلك رأى أن تضيف إلى الجداول جدولا لأجزاء اختلاف القمر من بعده الأقرب والأبعد (٦) فى الاتصالات إذ كان القمر فى الجداول الأولى (٧) على أحد البعدين المتقابلين ووضع فضل (٨) بعد بعد منها منسوبة إلى الفضل التام كما فعل فى اختلاف المنظر إلا أنه جعل التفاضل بست درج ست درج (٩) فى أربعة (١٠) صفوف (١١) صف يبتدىء(١٢) من البعد الأبعد إلى الأقرب فى جهة حركة القمر وصف آخر يبتدىء(١٣) كذلك فى ضد جهة القمر من (شند)(١٤) ثم (شمح) ثم (شمب)(١٥) نازلا بالعكس ووضع فى الصف الثالث الدرج والدقائق التى تخص كل مقدار من الأجزاء من الفضل منسوبة إلى الفضل الأعظم على أنه ستون (١٦) وأضاف إلى ذلك جدولا يضع فيه تكسير القطعة المنكسفة منسوبة إلى (١٧) دائرة المنكسف على أن دائرة المنكسف(١٨) اثنى (١٩)

---

(١) د : لا متساوى

(٢) سا ، د : الخامس

(٣) بين السطرين فى ب : أى من الأفق

(٤) سا : تصير

(٥) د : جزءا – وفى ف : [من اثنى عشر جزء] فى الهامش

(٦) سا : (الأبعد والأقرب) بدلا من (الأقرب و الأبعد)

(٧) ف : الأول

(٨) سا : جدول

(٩) [ست درج] : غير موجود فى سا ، د

(١٠) ب ، سا ، د : أربع

(١١) فى هامش ب : فى جهات

(١٢) سا ، د : مبتدىء

(١٣) سا ، د : مبتدىء

(١٤) ف : شيد

(١٥) سا : [سحب] – وفى د : [(سمح) ثم (سحب)]

(١٦) د : ستين

(١٧) [الفضل الأعظم على أنه ستون وأضاف أيضاً إلى ذلك جدولا يضع فيه تكسير القطعة المنكسفة منسوبة إلى] : غير موجود فى سا

(١٨) د : غير موجود

(١٩) سا : اثنى

عشر جزءا فوضع فى الصف الأول أجزاء القطر فى الكسوف وفى الثانى مساحة القطعة المنكسفة من دائرة الشمس وفى الثالث مساحتها من دائرة (١) القمر وبنى (٢) الصف الذى لمقدار ماينكسف على حكم حساب هذا الأصل جعل حد الكسوف الشمس ما يبلغ عرضه مجموع المقدارين فى البعد الأبعد وهما كالمتساويين (٣) هناك وكان ضلعه (حـ فا) (٤) فقسم ذلك على اثنى عشر وقسم البعد من العقدة وهو ست درجات أيضا باثنى عشر فخرج(٥) كل قسم (حـ ل)(٦) فحصل(٧) (حـ ل)(٨) يكسف أصبعا من الاثنى عشر من القطر (٩) وفعل نظير ذلك فى البعد(١٠) للقمر ووجب(١١) أن يكون للشمس(١٢) فى البعد الأقرب(١٣) مكث مّا ولكنه غير معتدبه وذلك لأن القمر أعظم منها (١٤) فى البعد الأقرب (١٥) بالقياس إلى الرؤية فى (١٦) هذا(١٧) البعد بأربعة أخماس أصبع فقسم (١٨) البعد على ذلك وكانت هذه القسمة أيضا على مناسبة أحد عشر ونصف إلى واحد كما ذكرنا فى موضع(١٩) آخر قال ليكن أيضا مركز الظل على أ وقوس المائل ب د ر و : أ ب ، ا ر خطى المماسة وهما معلومان و : أ د عمود ونقطة جـ مركز القمر عند استتمام الكسوف و : هـ عندما يأخذ (٢٠)

---

(١) سا : غير موجود

(٢) سا ، د : ومن

(٣) ف : كالمتساويان

(٤) ف ، سا : حـ يا

(٥) سا ، د : غير موجود

(٦) سا ، د : ه ل

(٧) سا : فيجعل

(٨) سا ، د : ه ل

(٩) ف : القمرية — وفى سا ، د : القمر — وفى ط : [القمر] وفى الهامش [القطر]

(١٠) سا ، د : البعد الأقرب

(١١) سا : وجب

(١٢) سا : الشمس

(١٣) [ووجب أن يكون لشمس فى البعد الأقرب] : فى هامش ط

(١٤) سا : منه

(١٥) سا : غير موجود

(١٦) سا : غير موجود

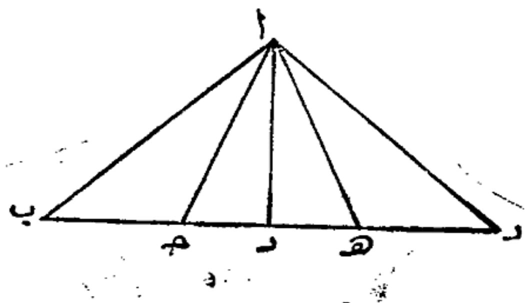
(١٧) سا : وهذا

(١٨) سا : وقسم

(١٩) سا : مواضع

(٢٠) سا : فلنأخذ

فى الانجلاء فيعلم (١) ا جـ ، ا هـ لأنهما مثل (٢) نصف قطر الظل وحده إذ (٣) قد انغمر (٤) فيه القمر بالكمال وماسه من (٥) داخل ويكون ب د ، د ر متساويين لذلك وأيضا جـ د ، د هـ (٦) وكذلك (٧) ب حـ ، هـ ر (٨) فليكن الكسوف خمس (٩) عشرة (١٠) إصبعا أى يكون عرض القمر فى وسط زمان الكسوف قد نقص من عرض طرف نصف قطر الظل بربع قطر القمر إذ قد دخل فيه مركز القمر ثلاث أصابع حتى لو زيدت ثلاث أصابع (١١) من (١٢) مساحة القمر لكان (١٣) ينكسف إلى ما انكسف من اثنى عشرة (١٤) إصبعا



شكل (١١٧)

فكان القمر سار إلى قرب البروج بعد تمام الانكساف بربع قطره يعلم ذلك بحساب (١٥)

---

(١) سا : فنعلم
(٢) فى هامش ب : [اقول فى ...... قطر لأنها فضل نصف قطر الظل على نصف قطر القمر]
(٣) سا : ا د
(٤) سا : انغمس
(٥) سا : فى
(٦) سا : حـ د ، حـ هـ
(٧) سا : ولذلك
(٨) ف : ب حـ هـ
(٩) ب : خمسة
(١٠) سا : خمسة عشر
(١١) [حتى لو زيدت ثلاث اصابع] : غير موجود فى سا
(١٢) سا : فى
(١٣) ف ، سا : فكان – وفى هامش ب : خبط
(١٤) سا : اثنى عشر
(١٥) [يعلم ذلك بحساب] : فى هامش ف

العرض فإذا علم أ د وعلم أ ب ، أ ز علم ب د ، د ر وإذا علم أ د ، أ جـ ، أ هـ علم هـ د ، د جـ [1] يبقى ب حـ ، ر هـ [2] معلومين(*) .

فصـــل

فى حساب الكسوفات القمرية وتعديلها[3]

وقد عرف بطليموس حساب ذلك بشكلين شكل القمر وشكل الشمس لكنا[4] جمعناهما[5] فى شكل وحد وأخذ[6] يبين كيف يعرف [7] كسوف النيرين أما القمر فذلك فيه بين إذا كان اتصاله موجبا للكسوف فلنتأمل سيره فى العرض فى الصفين هل هو فى[8] حد الكسوف ونطلب ما بازائه من الأصابع ومن دقائق الوقوع وإن كان مكث أخذ ذلك أيضا من جدوله[9] هذا[10] إذا كان فى أحد البعدين المتقابلين[11]

---

(١) سا : هـ د ر ، ذ ع

(٢) سا : ب حـ ، د هـ

(*) تعيين البعد بين اول تماس وبين بدء الكسوف الكلى .

فى شكل (١١٧) نفرض أ مركز الظل او الشمس ، ب د ر مسار القمر ، نقطتى ب ، ر هما نقطتا التماس أى أن أ ب ، أ ر معلومان

نسقط العمود أ د على ب د ر وليكن حـ أول الكسوف الكلى ، هـ آخره

∴ أ حـ ، أ هـ يساويان نصف قطر الظل فقط

∴ أ ب = أ ر ، ب د = د ر ، حـ د = د هـ ، ب حـ = هـ ر

فإذا فرضنا أن أ ب ، أ ر ، أ د معلومة

∴ يمكننا أن نعلم ب د ، د ر

وبمعرفة كل من أ د ، أ هـ ، أ حـ يمكن معرفة هـ د ، د حـ

∴ يمكن معرفة ب حـ ، هـ ر وهما المطلوبان

(٣) [فصل فى حساب الكسوفات القمرية وتعديلها] : غير موجود فى سا ، د

(٤) سا : ولكنا

(٥) سا : جمعناه

(٦) ف ، ق : واحد – وفى سا : فأخذ

(٧) سا : نعرف

(٨) ف : غير موجود

(٩) سا : حده

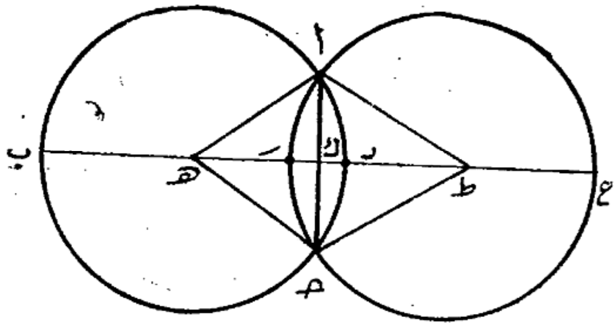
(١٠) سا : وهذا

(١١) سا : المقابلين

من التدوير فإن لم يكن وكان له فى الاختلاف موضع غير البعدين أخذنا أولا الأصابع ودقائق الوقوع وأزمان المكث من البعدين ثم صرنا إلى (١) جدول التقويم وأخرجنا الفضل مثل ما سلف فى غيره وقومنا فأخذنا (٢) بعد ذلك جزءا من اثنى عشر من دقائق الوقوع وهو ما تسيره الشمس حتى يقترنا (٣) وتزيده (٤) عليها وننظر فى كم ساعة يسير (٥) القمر ذلك القدر بمسيرها المنكسف (٦) باعتبار حركة القمر المختلفة فى ساعة فذلك زمان المسير فى الكسوف وأما ما يؤخذ (٧) من (٨) الصف الرابع (٩) فلزمان الوقوع فى الكسوف ولتراجع الامتلاء وأما الذى يؤخذ من الصف الخامس (١٠) فلنصف زمان المكث ثم ننظر مقدار ما انكسف من الأصابع فنأخذ ما بإزائه من مساحة القطعة فى الصف الثالث من الجدول ثم لا شك فى أن اختلاف سير الشمس واختلاف سير القمر(١١) يوجبان (١٢) اختلافا فى زمانى (١٣) ما بين الابتداء إلى الوسط وما بين الوسط إلى الانجلاء ولكن ذلك الاختلاف غير مضبوط فى الحس قال ليكن (١٤) نسبة المحيط إلى القطر (١٥) على ما اختاره ارشميدس نسبة ثلاثة (١٦) أمثال(١٧) وثمانى(١٨) دقائق وثلاثين ثانية

(١) سا : من
(٢) سا : واخذنا
(٣) ب ، سا : غير واضح
(٤) ب : ونزيد
(٥) سا : يسيرها
(٦) [بمسيرها المنكسف] : غير موجود فى سا
(٧) سا : مايوجد
(٨) سا : فى
(٩) ف : فى الهامش
(١٠) [فلزمان الوقوع فى الكسوف ولتراجع الامتلاء وأما الذى يؤخذ من الصف الخامس] : غير موجود فى سا
(١١) [واختلاف سير القمر] : فى هامش ف
(١٢) ف : موجبان
(١٣) سا : زمان
(١٤) سا : لتكن
(١٥) فى ب ، ف : نسبة القطر إلى المحيط - وفى هامش ب : الصواب نسبة المحيط إلى القطر
(١٦) فى هامش ب : ... إلى الواحد
(١٧) سا : أميال
(١٨) ب ، سا : وثمان

وليكن أ ر ج دائرة[١] الشمس حول ط و : أ ب حـ د دائرة القمرحول هـ وقد تقاطعا على أ ج وقد انكسف ربع قطر الشمس وهو د رفلأن[٢] ط ر معلوم و : هـ د معلوم و : د ر ربع قطر الشمس معلوم يبقى [٣] ر هـ ، ط د معلومان[٤] وتحصل جميع ط هـ معلوما و : ا ط ، ا هـ معلوم فنصل ا ج وهو لا محالة عمود فمسقطه[٥] وهو



شكل (١١٨)

نقطة ك معلومة [٦] فخطا[٧] ط ك ، ك هـ كل واحد منها [٨] معلوم ولكن [٩] المحيطين معلومان [١٠] وتكسير الدائرتين معلوم ووتر ا حـ معلوم النسبة من قطرى الدائرتين فقوسا أ ر ج ، ا د ج معلومتان [١١] ولأن نسبة القسى إلى الدوائر كنسبة [١٢] قطاعاتها إلى مساحة الدائرة [١٣] فكل واحد من قطاعى ا ط ج ، ا هـ ج معلوم ومساحة كل واحد من مثلثى ا هـ حـ ، ا ط حـ معلومة [١٤] فالقطعتان

---

(١) سا : غير موجود
(٢) سا : ولأن .
(٣) ب : ويبقى .
(٤) ف : معلومين
(٥) ب : مسقطه
(٦) سا : معلوم
(٧) سا : فخط
(٨) سا : غير موجود
(٩) ب ، ف : وليكن
(١٠) ب : معلومان
(١١) سا : معلومان
(١٢) سا : نسبة
(١٣) سا : الدوائر
(١٤) سا : معلوم

اللتان هما فضلا القطاعين على المثلثين معلومتان (١) فمجموعهما معلوم و هو المنكسف(*) وكذلك إن جعلنا إحدى الدائرتين دائرة الظل و الأخرى دائرة القمر ثم أخذ بعد ذلك(٢) يبين خطأ أبرخس فى حركة القمر فى العرض قال إنما وقع له ذلك لأنه لما أخذ كسوفين كل واحد منهما ربع القطر و بينهما مدة سبعة آلاف و مائة وستين شهرا وكلاهما شماليان (٣) عند الرأس والقمر فى أحدهما (٤) على الأوج وفى الآخر على الحضيض فظن (٥) أنه لم يكن هناك اختلاف فى التعديل بل لم يكن تعديل أو كان واحدا حتى

---

(١) سا : معلومان

(*) تعيين مساحة الجزء المنكسف :

فى شكل (١١٨) نفرض ا ر حـ ع الشمس ، ا ب حـ د القمر ومركزاهما نقطتا ط ، هـ على الترتيب. ونفرض أنهما تقاطعا فى ا حـ .

المفروض أننا نعرف بالرصد مقدار الجزء المنكسف من قطر الشمس وهو در

والمطلوب إيجاد مقدار المساحة المنكسفة ا د حـ ر

نصل ا ل حـ فيكون عموداً على ط هـ

∵ نصف قطر الشمس ط ر معلوم

، نصف قطر القمر هـ د معلوم

، الجزء المنكسف من القطر وهو د ر معلوم

∴ يمكننا معرفة مقدار ط هـ أى المسافة بين المركزين

∴ المثلث ا ط هـ يصبح معلوم الأضلاع والزوايا

، ∵ ا ل عمود على ط هـ ∴ يمكن معرفة ط ل ، هـ ل ، ا ل

∴ يمكن معرفة ٢ ا ل الذى هو ا حـ منسوباً إلى نصف قطر كل دائرة

∴ نعرف القوس ا ر حـ والقوس ا د حـ

لكن $\frac{\text{ا ر حـ}}{\text{محيط الشمس}} = \frac{\text{القطاع ط ا حـ}}{\text{مساحة قرص الشمس}}$

، $\frac{\text{ا د حـ}}{\text{محيط القمر}} = \frac{\text{القطاع هـ ا حـ}}{\text{مساحة قرص القمر}}$

وحيث أن المحيطان والمساحتان معلومتين

∴ توجد مساحة القطاعين ط ا حـ ، هـ ا حـ

لكن مساحة المثلثين ط ا حـ ، هـ ا حـ معلومة

بالطرح ينتج لنا مساحة القطعتين ا ل حـ ر ، ا ل حـ د ومجموعهما هو مساحة الجزء المنكسف

(٢) سا : [بعد ذلك أخذ] بدلا من [أخذ بعد ذلك]

(٣) سا : شماليين

(٤) سا : إحداهما

(٥) سا : وظن

حسب من ذلك أن مركز فلك التدوير عاد إلى موضعه فيها وقد أخطأ فى كلا (١) الظنين (٢) وحسب أن العود حصل فإنه لو كان لا تعديل أيضا لكان لا يحسب أن العود قد حصل على ما علمت لأن بطليموس قد حسب فوجد المسير الحقيقى فى الأول من موضع القمر فى تدويره مخالفا للوسط بجزء واحد(٣) وفى (٤) الثانى بثمن جزء والتفاوت بينهما نصف وربع وثمن جزء وأيضا فإن القمر فى الكسوف (٥) الأول كان فى البعد الأبعد وفى الكسوف(٦) الثانى كان فى القرب الأقرب فكان وقوعه فى الإظلام فى بعد من العقدة أبعد ووقوعه فيه فى هذا الحد قبل وقوعه فيه وهو فى البعد الأقرب والتفاوت بين الموضعين قريب من جزء وخمس جزء فلو كان الاختلافان زائدين لكان يجتمع منها قريب من جزئين لكن أحدهما زائد والآخر ناقص وكان أبرخس قد أخذ أحدهما فى الآخر فجعلهما كأنهما لبسا(٧) أو جعل الزيادة وهو قريب من الثلث(٨) لأن(٩) الزيادة هى(١٠) ثمن وخمس فهو قريب من الثلث(١١) ليست(١٢) .

فصل

فى حساب الكسوفات الشمسية وتعديلها(١٣)

ثم أخذ يعرف تقويم كسوفات الشمس قال يجب (١٤) أن يعرف وقت الاجتماع الحقيقى بأسكندرية (١٥) ويعرف منه ساعات بعده من (١٦) نصف النهار بأسكندرية(١٧)

---

(١) سا : كلا

(٢) فى هامش ب : [جميعا إذا حسب الا تعديل أوأن التعديل واحد]

(٣) سا : [بجزءين] بدلا من [بجزء واحد]

(٤) سا : و (٥) ف : الكسوفات

(٦) [الأول كان فى البعد الأبعد وفى الكسوف] : غير موجود فى سا

(٧) ب : غير واضح (٨) سا : الثلاثة

(٩) سا : لأنه (١٠) [الزيادة هى] : غير موجود فى سا

(١١) [فهو قريب من الثلث] : غير موجود فى سا

(١٢) ب : غير واضح — وفى سا : ليست .

(١٣) [فصل فى حساب الكسوفات الشمسية وتعديلها] : غير موجود فى سا ، د .

(١٤) ف : ويجب — حيث (لا) مشطوبة .

(١٥) سا : بالاسكندرية .

(١٦) ف : بين (١٧) سا : بالاسكندرية .

بالساعات (١) الاستوائية ونقله(٢) عنها (٣) إلى أى بلدشئنا ونحصل قوس (٤) الارتفاع الشرقى أو الغربى وزاويته بحسب البلد فإن احتجنا إلى تعديل ما بين السطرين عدلنا فنأخذ (٥) اختلاف المنظر الذى نحسبه ونعدله كما قد عرفناه وبحسب عرض البلد وطوله بتعديل ما بين السطرين وبحسب اختلاف منظر الشمس على ما يجب ونستخرج (٦)من اختلاف المنظر الكلى اختلاف المنظر فى الطول ونأخذ ما يصيبه من الأزمان (٧) الاستوائية (٨) بحسب مسير القمر المختلف ونزيد (٩) على بعد وقت نصف النهار أو ننقصه بحسب ما يجب وذلك أن ننظر(١٠) هل هو على توالى البروج أو على خلاف ذلك ونحصل أيضا ثانيا اختلاف المنظر فى الطول للدرجة التى يرى عليها عند الاجتماع الحقيقى لو كان عليها فيكون أكثر من انحراف المنظر الأول لأن تلك الدرجة فى الجهتين جميعا تكون أقرب إلى الأفق من الدرجة التى أخذ لها اختلاف المنظر ويحصل التفاوت بين اختلافى المنظر فى(١١) الطول الأول والثانى وننظر كم هو من اختلاف المنظر فى الطول الأول فنزيد على فضل ذلك التفاوت جزءا جزءا من(١٢) نسبته إليه نسبة فضل التفاوت إلى اختلاف المنظر الأول فتكون نسبة(١٣) الزيادة الثانية إلى اختلاف المنظر الثانى نسبة الاختلاف(١٤) الأول فنزيد جميع ذلك على الاختلاف الأول ثم نزيد على ما اجتمع من جميع ذلك جزءا من اثنى عشر منه وهو مسير الشمس على ما قلنا وننظر فى كم ساعة استوائية يسير القمر بسيره المختلف جميع

---

(١) سا : للساعات

(٢) سا : غير واضح .

(٣) سا : عنه .

(٤) ف : قول .

(٥) سا : ونأخذ .

(٦) ف : ويستخرج .

(٧) سا : الزمان .

(٨) سا : الأول الإستوائية .

(٩) فى هامش ف : [الوقت بعد نصف النهار أو] .

(١٠) سا : تنظر

(١١) ف : فى الهامش .

(١٢) سا : منه .

(١٣) سا : النسبة .

(١٤) سا : اختلاف .

ما قد جمعناه وهو (١) مقدار ما بين وقتى الاجتماع بالرؤية والاجتماع بالحقيقة فننقصها من وقت الاجتماع إن (٢) كان اختلاف المنظر فى الطول إلى المشرق ونزيده إن كان إلى المغرب فما حصل فهو وقت الاجتماع المرئى متقدما أو متأخرا من الاجتماع الحقيقى وكذلك نفعل (٣) بأجزاء الاختلاف فى الطول والعرض فتكون هى التى تكون فى وقت الاجتماع المرئى ويحصل البعد بين وقت الاجتماع المرئى (٤) ونصف النهار فيخرج (٥) اختلاف منظره فى دائرة الارتفاع وننقص اختلاف منظر الشمس ثم نحصل مما بقى اختلاف المنظر فى العرض وجهته (٦) ونضرب اختلاف منظره العرضى فى اثنى عشر مكان ما كنا نضرب (٧) فى أحد عشر ونصف لأن هذا أقل من العرض ونحفظ التفاوت الحاصل فإن كان الانحراف فى العرض شماليا والقمر إلى الرأس زدناه على المسير فى العرض المقوم للاجتماع المرئى أو إلى الذنب نقصناه وإن كان الانحراف جنوبيا فعلنا بالضد من الأمرين فنحصل عدد المسير المرئى فى العرض فى الاجتماع المرئى ثم ندخل (٨) مسير العرض الذى حصلناه فى الجداول إن كان يدخل فيها على أن وقت الاجتماع المرئى هو وسط الكسوف ثم نأخذ كل شىء تحته ونقوم أيضا بعد القمر إن لم يكن على البعدين على ما قيل فنعدل منه الأصابع على ما نعلم فيكون لما نعلم (٩) يخرج (١٠) أصابع الكسوف فإن شئت عدلت (١١) من الأصابع المساحة وما يحصل من مقوم الصف الرابع وهو المسير فى الكسوف ونزيد (١٢) عليه جزءا من اثنى عشر على ما قلناه أيضا (١٣) وننظر فى كم يسيرها القمر بالمسير المختلف فهو زمان الوقوع والانجلاء على أن لا يعتد

---

(١) ف ، سا : فهو . (٢) ف : وأن .

(٣) ف : جعل .

(٤) [ويحصل البعد بين وقت الاجتماع المرئى] : مكرر فى سا.

(٥) سا : فخرج .

(٦) [وننقص اختلاف منظر الشمس ثم نحصل ما بقى اختلاف المنظر فى العرض وجهته] : مكرر فى سا .

(٧) سا : نصرف .

(٨) ف : بين السطرين .

(٩) [لما نعلم] : غير موجود فى سا .

(١٠) سا : ما يخرج .

(١١) ب ، ف : عدل .

(١٢) سا : فنزيد .

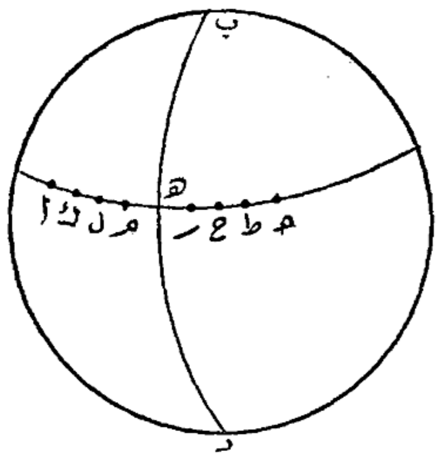
(١٣) سا : وأيضا .

بالمقدار من الفضل بينهما بسبيل اختلاف حركة النيرين لكن اختلاف المنظر ربما أوجب تفاوتا محسوسا فيصير به الزمانان[1] كل واحد منهما أطول من الزمانين المذكورين وأحدهما[2] أطول من الآخر بالمقايسة فيما بينهما لأن القمر ما دام مشرقيا فكلما قرب من نصف النهار قل انحراف منظره الذى إلى المشرق فصار كأنه يتحرك أبطأ من حركته التى كانت وهو [3] أقرب إلى المشرق وأما فى الجانب الثانى فيكون بالخلاف قال وبين من ذلك أنه لما كانت الفضول الواقعة بين اختلافات [4] المنظر تكبر [5] كلما قرب[6] من نصف النهار كان أزمان الكسوفات الواقعة بالقرب منه أبطأ فإن [7] كان وسط الكسوف عند نصف النهار كان الزمانان فى[8] الحس[9] متقاربين[10] بالتقريب وإذا كان الكسوف متقدما لنصف النهار كان زمان التراجع[11] أطول وإن كان متأخرا كان الانجلاء أطول فلنبين كيف يكون الزمانان متساويين إذا كان وسط الكسوف عند نصف[12] النهار فنقول إن هذا على ما[13] يستعمله بطليموس كثيرا من أن انحراف المنظر فى الطول إذا كان القمر على دائرة نصف النهار مما لا يعتد به فليكن[14] قوس ا ج من القسى التى تحد[15] مقدار درجة وليكن قوس ب هـ د لنصف النهار وتقاطعها على هـ و : د[16] مشرق و : ب مغرب ولتكن الشمس فى بدو الكسوف

---

(١) ف : الزمان .
(٢) ب : فأحدهما .
(٣) سا : وهى .
(٤) سا : اختلاف .
(٥) ف ، سا : يكثر .
(٦) سا : قربت .
(٧) سا : فاذا .
(٨) سا : من .
(٩) سا ، الجنبتين .
(١٠) ب : متقاربان .
(١١) سا : الراجع .
(١٢) سا : غير موجود .
(١٣) سا : غير موجود .
(١٤) سا : فيكن .
(١٥) سا : نحد .
(١٦) سا : [و : ح] .

على ط والقمر بالرؤية على ح وبالحقيقة على ر فإذا حصل القمر على نصف النهار وكان وسط الكسوف هناك يكون قد زال انحراف المنظر فى الطول كان طوله الحقيقى والمرئى طول الشمس وقد أدرك الشمس فيكون على ط وفى مثل زمان حركة نقطة ط إلى ه يتحرك الفلك إلى المغرب قوسا مثل ظ ه[1] وليكن قوس ك ه وفى مثل[2] ذلك الزمان يتحرك القمر[3] بالحقيقة قوسا مثل ما تحرك[4] فى الزمان الأول وليكن ك م مثل ر ط ولأن اختلاف منظى[5] الغربى يكون مساويا للشرقى فليكن مكان القمر فى الرؤية وهو غربى[6] نقطة ل فيكون ك ل مثل ح ط[7] وهو الذى



شكل (١١٩)

تحركه فى مثل هذا الزمان بحسب الرؤية كما فى الجانب الشرقى وإنما[8] يكون تحرك[9] ك ل لا[10] بحسب الرؤية ويبقى م ه مساويا د : ه ر فتكون الحركتان

(١) سا : ط .
(٢) سا : غير موجود .
(٣) سا : غير موجود .
(٤) سا : ما يتحرك .
(٥) ب : منظرى – وفى سا : منظره .
(٦) سا : وهى غربية .
(٧) سا : ح ط .
(٨) سا : إنما .
(٩) فى هامش ب : ح ط بحسب الرؤية .
(١٠) سا : د ل ط .

والانحرافان والزمانان (1) على قدر واحد في الجانبين (*) وأما (2) السبب فيما عمل في حساب الاجتماع المرئي فهو أن الاجتماع المرئي إذا كان شرقيا مثلا فإنه يتقدم الحقيقي فيكون القمر حينئذ لم يبلغ درجة الشمس بل هو متقدم عليها وهو أقرب إلى الأفق أيضا مما كون في حال الاجتماع الحقيقي إن (3) كانا جميعا في جهة واحدة وذلك لتقدم زمانه فيكون اختلاف منظره في الاجتماع المرئي أعظم فليكن مثلا خط أ ب ح (4) مدارا مشتركا (5) و : جـ د لنصف النهار و : هـ موضع القمر في بعد الاجتماع الحقيقي من نصف النهار و : د (6) موضع بعده عند (7) الاجتماع المرئي و : ر موضع الشمس المرئي و : و ر انحراف المنظر عند الاجتماع المرئي (8) وهو أعظم من انحراف المنظر الذي يكون على ب وهو المطلوب في الحساب فلو كان

---

(1) ف : والزمان .

(*) نظرية (39) : إذا كان وسط الكسوف حيث القمر على دائرة نصف النهار ، فإن جميع الظروف من بدء الكسوف إلى وسطه تشابه نظيرتها من وسط الكسوف إلى نهايته .

البرهان : في شكل (119) نفرض أن ب هـ د نصف النهار ، ولتكن الشمس عند بدء الكسوف عند نقطة ط ، والقمر المرئي عند ع والحقيقي عند نقطة ر .

∴ ر ع اختلاف منظر القمر عند بدء الكسوف

وليكن وسط الكسوف عند نقطة هـ الواقعة على نصف النهار .

وحيث أن اختلاف منظر القمر عند نصف النهار يساوي صفرا .

∴ نقطة هـ تمثل الموضعين المرئي والحقيقي للقمر ، وهي أيضا تمثل موضع الشمس والآن لنأخذ وقتا مماثلا لما بين بدء الكسوف ووسطه .

فتكون الشمس عند نقطة ل والقمر المرئي عند ل والحقيقي عند م

، هـ ل = هـ ط باعتبار سرعة الشمس منتظمة أثناء الكسوف وكذلك ل م = ط ر باعتبار الفرق بين سرعتي القمر والشمس أثناء الكسوف ثابت

∴ هـ م = هـ ر ويكون اختلاف المنظر في الحالتين واحدا أي أن ل تماثل ح

∴ جميع الظروف قبل وبعد وسط الكسوف متشابهة .

(2) سا : فأما .

(3) سا : إذا .

(4) سا : أ ب حـ .

(5) ب ، سا : مدار مشترك .

(6) سا : [و : ه]

(7) سا : عنه في .

(8) [و : ر موضع الشمس المرئي و : و رانحراف المنظرعند الاجتماع المرئي] : غير موجود في سا .

انحراف منظره يوجدمن موضع ه كأن يكون أقل من ور وكأن يكون موضع القمر أقرب إلى ه من ر فما كان يرى مجامعا للشمس فيزيد عليه انحراف منظر ثان (١) لدرجة انحراف (٢) منظره وأخذ الفضل بينهما ثم زيد على النسبة المذكورة حتى يزيد انحراف المنظر الذى يبلغ (٣) الذى لموضع ه فيلحق به (٤) القمر الشمس(*) واعتمد فى ذلك التجربة (٥) بأن جرب عدد الزيادات واعتبر أنه متى يبلغ بها اختلاف منظر موضع ه إلى نقطة ر وأما أنه كيف عرفت (٦) هذه التجربة فذلك أن الموضع الذى ينتهى إليه العمل وضع أصلا ورجع عنه على طريق التحليل ونظر (٧) هل تطابق الزيادات الصواب بأن علم التفاوت بين الاجتماع المرئى المحسوب و بين الاجتماع الحقيقى إذا كانا مختلفين ويسير (٨) فيه (٩) القمر انحرافه الطولى مزيدا عليه جزء من اثنى عشر بالتقريب فإذا رجعنا وفرضنا الوقت الذى بعد التعديل الثالث وأخرجنا درجته وانحراف تلك الدرجة فى الطول وزدنا عليه جزءا من اثنى عشر وجب أن يخرج لنا الاجتماع

---

(١) فى هامش ب : بأن يؤخذ لدرجته انحراف .

(٢) [منظر ثان لدرجة انحراف] : غير موجود فى سا .

(٣) سا : مبلغ .

(٤) ف ، سا : له .

(*) الفرق بين اختلاف المنظر عند الاجتماعين المرئى والحقيقى

فى شكل (١٢٠) نفرض ان الشمس والقمر شرقيان بالنسبة لخط نصف النهار جـ د ، وليكن الاجتماع الحقيقى لهما عند نقطة ه .

∵ اختلاف المنظر معناه أن الارتفاع الحقيقى للجرم السماوى عن الأفق اكبر من الارتفاع المرئى .

∴ الوضع المرئى لكل من الشمس والقمر عند هذه اللحظة يكون اقرب إلى الأفق من نقطة ه . ولنفرض أن الوضع المرئى الشمس عند ر والقمر عند ع .

وحيث أن سرعة القمر ع اكبر من سرعة الشمس ر ، فإنه بعد لحظات سوف يلحق القمر المرئى الشمس المرئية ويحدث الاجتماع المرئى

∴ فى هذه الحالة الشرقية يحدث الاجتماع الحقيقى قبل الاجتماع المرئى

والآن إذا قمنا بمقارنة نقطتى الاجتماع الحقيقى والمرئى ، وجدنا أن الاولى أبعد عن الأفق من الثانية أى ان اختلافات المنظر عند الاجتماع المرئى اكبر من نظيراتها عند الاجتماع الحقيقى

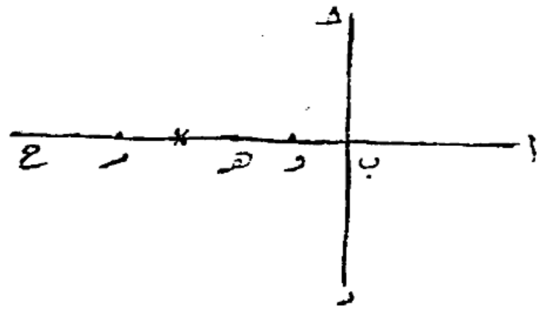
(٥) سا : غير واضح

(٦) سا : علمت

(٧) سا : فنظر

(٨) سا : ويسير

(٩) سا : غير موجود

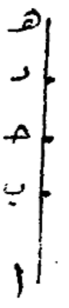


شكل (١٢٠)

الحقيقى إن كان (١) العمل صحيحا فلما خرج علم أن العمل صحيح وأما بيان هذا فليكن نقطة أ موضع القمر الحقيقى (٢) عند الاجتماع بالرؤية وليكن ﺟ موضعه المرئى عند الاجتماع بالرؤية وليكن (٣) ذلك (٤) بعينه موضع (٥) الشمس بالرؤية (٦) لكنها أيضا ذات انحراف فليكن انحرافها ب ﺟ حتى يكون بالحقيقة على ب فى ذلك الوقت لأن القمر يلحق الشمس وقد تحركت لا محالة فيلحقها وقد فارقت نقطة ء (٧) وسارت جزءا من ثلاثة عشر جزءا وهذا القدر أكثر من اختلاف منظرها فليتصل (٨) بالشمس بعد الاتصال المرئى الاتصال (٩) الحقيقى عند نقطة د فيكون القمر سار جميع ا ﺟ (١٠) وهو انحراف موضع الاجتماع المرئى وقوس ﺣ د التى هى جزء من ثلاثة عشر جزءا من ا د فيكون جزءا من اثنى عشر جزءا من أجزاء الانحراف ثم أخذ يبين كيف يقوم ذلك قال ليكن كل واحد من زمانى الوقوع والانجلاء غير (١١)

---

(١) سا : يكون
(٢) ف : غير موجود – وفى سا : بالحقيقة
(٣) سا : ويكون
(٤) سا : ط ك
(٥) سا : غير موجود
(٦) سا : غير موجود
(٧) ف : أ – وفى سا : غير موجود
(٨) سا : فلتصل
(٩) سا : اتصاله
(١٠) ف : أ د أ ﺣ
(١١) ف : غير – وفى سا : لغير



شكل (١٢١)

المصحح (١) ساعة والبعد لابتداء الوقوع من سمت الرأس خمسا وسبعين يكون انحراف منظره (٢) في الصف الثالث على أن القمر في الأوج من الدقائق يب (٣) وينقص أزمان الساعة التي فرضنا غير مصحح وهو أزمان ساعة واحدة من أزمان البعد وذلك يكون مثلا حيث تكون دائرة الارتفاع هي بعينها دائرة معدل النهار يبقى (٤) ستون لأن أزمان ساعة واحدة خمسة عشر واختلاف المنظر لبعد ستين (٥) في ذلك الصف بعينه هو من الدقائق (مر) فيكون التفاوت بين اختلافي المنظر الذي في حدها (٦) الأول زمان الوقوع والآخر لوسط الكسوف ما يوجبه خمس (٧) دقائق وهو ما به يفضل الوسط على الآخر إذا زدنا الخمسة عشر زمانا (٨) على الخمسة والسبعين زمانا حتى تكون الساعة التي تلي الأفق صار ذلك تسعين زمانا فيأخذ اختلاف منظره فيكون ثلاثا وخمسين دقيقة(٩) ونصفا(١٠) فيكون ما به(١١) يفضل اختلاف

---

(١) سا : المصححين
(٢) سا : من
(٣) سا : نب
(٤) سا : تبقى
(٥) سا : الستين
(٦) سا : احدها
(٧) سا : خمسة
(٨) ف : غير موجود – وفي الهامش (الأزمان) – وفي سا : الأزمان
(٩) ف : في الهامش – وفي سا : غير موجود
(١٠) ف : و نصف
(١١) سا : مابه

منظر الشمس (١) المسير (٢) الذى فى جانب الأفق على اختلاف منظر درجة الوسط دقيقة ونصف ويأخذ لكل واحد من اختلافى المنظر مايصيبه من اختلاف المنظر فى الطول لو لم يكن الاختلافان (٣) اختلافا واحدا ونقسمه على مسير القمر المقوم فى الساعة الاستوائية ونأخذ (٤) ما خرج فيزيد أعظمه على زمان المسير الذى يلى نصف النهار وأصغره على الذى للأفق ويكون الفضل فى هذا الموضع ثلاث (٥) دقائق ونصفا (٦) وهو لتسع ساعة التى يتحرك فيها (٧) القمر هذه الدقائق بالتقريب وإن شئت رددت المستوية إلى (٨) المعوجة .

فصل

فى الجهات التى تحاذيها الكسوفات وتعديلها (٩)

ولما فرغ بطلميوس (١٠) من ذلك شرع فى تحديد جهات الكسوف وجعل جهة الكسوف النقطة الحادثة على الأفق من الدائرة الكبيرة المارة بمركزى الشمس والقمر أو الظل والقمر حتى تنتهى إلى الأفق وهى النقطة التى بينها وبين مركز الشمس ومركز القمر أو بينها وبين مركز القمر مركز (١١) الظل (١٢) ولك أن تعرف من ذلك الدرجة التى تحاذى بذلك (١٣) من منطقة البروج إن كان القمر (١٤) ليس على منطقة البروج (١٥) ويقتصر على تحصيل جهات الأحوال الخمسة المتحددة أعنى أول الكسوف وتمامه

(١) ف : (الشمس) مشطوبه ومكتوب فى الهامش [للشمس] — وفى سا : غير موجود
(٢) ب : فى الهامش
(٣) سا : الاختلاف
(٤) سا : وأخذ
(٥) سا : بثلاث
(٦) ب ، سا : ونصف
(٧) سا : [فيها يتحرك] بدلا من [يتحرك فيها]
(٨) ف : على
(٩) (فصل فى الجهات التى تحاذيها الكسوفات وتعديلها) : غير موجود فى سا ، د
(١٠) سا : غير موجود
(١١) ف ، سا : غير موجود — وفى ب : فى الهامش
(١٢) ف : للظل
(١٣) سا : لذلك
(١٤) سا : الكسوف
(١٥) ف : منطقة البروج فى البروج

وهو ابتداء المكث ووسطه(1) وأول الانجلاء وآخر الانجلاء ولا يستعمل(2) بمحاذاة(3) حالة حالة غير ذلك من المتوسطات لأن تلك غير متناهية بالقياس إلى الأفق وإلى دائرة البروج لمركز القمر واستعمل من الجهات التى (4)إليها (5) القياس (6) فى الأفق ما يحده مقاطعة دائرة نصف النهار للأفق ومشارق الاستوائين والانقلابين ومغاربها ومشارق ومغارب رؤوس البروج على الجليل من الأمر ولما كانت الأبعاد فيما بينها تختلف بحسب إقليم (7) من السبعة وهم ثمانى (8) دوائر يحيط بالأقاليم السبعة وجعل لها مركزا (9) واحدا (10) وأوقع عليها (11) قطرين متقاطعين بالأعمدة على أنها مقطع سطح معدل النهار وسطح نصف النهار للأفق ثم خطوط (12) أخرى متقاطعة تحد على الدوائر مشارق مبادىء البروج ومغاربها فانقسمت مشارق ومغارب شتوية وصيفية وهى مهاب (13) الرياح الاثنى عشر وكتب أسماء البروج وأسماء الأقاليم وساعاتها على خط نصف النهار وكتب (14) عند كل خط سعة مشرقة بالدرج والدقائق ثم بين الجهة التى منها توقف(15) على أبعاد المحاذيات من المطالع (16) والمعارب (17) بأن أعطانا الطريق إلى معرفة الزوايا الواقعة من قوس المائل والخط الواصل بين مركزى الكاسف والمنكسف ووضع الزوايا منسوبة إلى أربع قوائم ويعلم من ذلك قسى ما بين النقطة (18) على الأفق من دائرة الأفق على أن القمر فى البعد

---

(1) د : ووسط المكث

(2) سا : ولا يستغل

(3) ف : محاذاة

(4) ط : غير موجوده

(5) سا : إليه

(6) ف : بالقياس

(7) ط : فى الهامش

(8) سا : ثمان

(9) سا : مركز

(10) د : واحد

(11) سا : غير موجود

(12) سا : خطوطاً

(13) سا : مهبات

(14) سا : فكتب

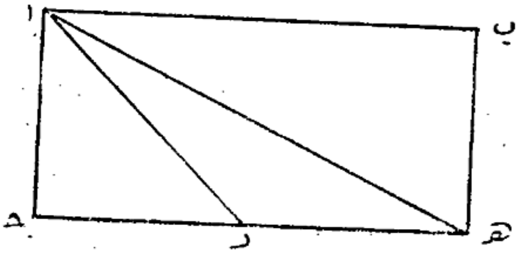
(15) د : يوقف

(16) سا : الطالع

(17) سا : الغارب

(18) ف : النقط

الأوسط وأما كيفية بيان ذلك بالهندسة فلتكن القسى التى تفوز (١) بمدة (٢) الكسوف بين (٣) فلك (٤) البروج(٥) والمائل(٥) متوازية مستقيمة فى الحس مثل قوسى أ ب ، جـ د وليكن مركز الشمس أو الظل على أ فتكون نقطة جـ مركز القمر فى وسط الكسوف و : د نقطة أول ما يتم الكسوف أو يبتدىء الانجلاء و : هـ نقطة أول ما يبتدىء فى الكسوف أو(٦) أول ما يتم (٧) الانجلاء ولنصل أ جـ ، أ د ،



شكل (١٤٢)

أ هـ ، ب هـ (٨) وزاويتا أ ، جـ (٩) معلومتان (١٠) لأنهما فى وسط الكسوف عند الحس قائمتان (١١) فإن خط أ هـ مجموع نصفى القطرين (١٢) فهو معلوم وخط أ جـ إذا كان مقدار الكسوف معلوما معلوم وخط أ د معلوم لأنه يكون فى الكسوفات التامة ناقصا عن أ هـ بقطر المنكسف وفى كل كسوف ناقص بقدر ما انكسف وزاوية جـ قائمة فيصير جـ هـ ، جـ د ، د هـ معلومة وتصير الزوايا كلها معلومة فإذا علمت زاوية جـ هـ أ علمت زاوية (١٣) ب أ هـ وكذلك ب أ د من أ د جـ (*) وكذلك فى

---

(١) سا : تقرر
(٢) ف : غير واضح – وفى سا : مدة
(٣) سا : من (٤) سا : فلكى
(٥) ف : المائل (٦) سا : و
(٧) ف ، سا : أمام
(٨) سا : أ جـ ، أ د ، أ هـ ، ب د
(٩) د : أ جـ ع
(١٠) ف ، سا : غير موجود – وفى ب : فى الهامش
(١١) سا : قائمتين
(١٢) سا : القطر
(١٣) [جـ هـ أ علمت زاوية] : غير موجود فى سا
(*) تعيين زوايا بدء الكسوف الشمسى وبدء الانجلاء :
المفروض هنا أن خطوات أو مراحل الكسوف هى ·

كسوف كسوف وقد رتب جدولا وضع (١) فيه أربعة (٢) صفوف فى الأول أصابع أوساط الكسوف إلى (كا) وفى الثانى مقادير زوايا أول انكساف للشمس وآخر الانجلاء وفى الثالث كذلك للقمر وفى الرابع لتمام كسوف القمر وأول الانجلاء ثم عرف كيف (٣) تقوم (٤) الجهات قال إن كان المركز الذى يرى فى الشمس أو الحقيقى فى (٥) القمر (٦) على دائرة البروج فمغرب (٧) جهة الغارب هو جهة أول انكساف الشمس وآخر (٨) انكساف القمر وفى الانجلاء فيهما بالعكس وإن

أولا : بدء الكسوف وهو بدء الدخول فى الظل

ثانياً : انتهاء الدخول فى الظل

ثالثاً : وسط الكسوف

رابعاً : اول الانجلاء أى بداية الخروج من الظل وهذه تعادل انتهاء الدخول فى الظل

خامسا : تمام الانجلاء أى نهاية الخروج من الظل وهى تعادل أول الكسوف

والزوايا المطلوبة هنا هى التى بين البروج وبين الخط الواصل بين مركزى الشمس والقمر فى الخطوة الكسوفية المعينة . ونفترض أنه فى خلال فترة الكسوف القصيرة يتحرك القمر قوساً صغيرة بحيث يمكن اعتبار البروج ومسار القمر فى هذه الفترة مستقيمان متوازيان

ففى شكل (١٢٢) ليكن ا ب البروج ، حـ د هـ مسار القمر

ولنفترض أن الشمس عند نقطة ا وأن القمر عند نقطة حـ فى وسط الكسوف ، وعند د فى بداية الانجلاء وعند هـ فى نهاية الانجلاء التى تعادل أول الكسوف

والمطلوب تعيين زاويتى ب ا هـ ، ب ا د

عند وسط الكسوف يكون الخط ا حـ تقريباً عمودياً على ا ب ، حـ هـ

∴ زاوية حـ ا ب = زاوية ا حـ هـ = ٩٠ درجة

لكن ا هـ عند اول الكسوف = مجموع نصفى قطرى الشمس والقمر = معلوم

، ا حـ معلوم إذا عرفنا مقدار الكسوف

، ا د معلوم ايضاً من مقدار الجزء المنكسف

∴ يمكن معرفة زاويتى ا د حـ ، حـ هـ ا وهما تساويان زاويتى ب ا د ، ب اهـ المطلوبتين

(١) سا : غير موجود

(٢) ب ، سا : أربع

(٣) سا : كيفية

(٤) سا : تقويم

(٥) ف : غير موجود — وفى سا : على

(٦) ف : القمر

(٧) فى هامش ب : فتعرف

(٨) سا : أواخر

لم يكن على دائرة البروج حصلنا مقدار الزاوية (١) بمعرفتنا بمقدار (٢) الأصابع واحد ما يفرزه (٣) من دائرة الأفق عن تقاطع البروج إما الطالع وإما الغارب بحسب ما يجب لو كان على دائرة البروج إن (٤) كان القمر (٥) شماليا فجهة أول كسوف الشمس وآخر كسوف القمر يتوجه (٦) إلى الشمال من التقاطع الشرقى (٧) إلى الغارب وإن أردنا لأول كسوف القمر وآخر كسوف الشمس أخذنا إلى الشمال من التقاطع الغربى (٨) وأما إن كان القمر جنوبيا من فلك البروج أخذنا هاهنا من الجنوب ماأخذناه ثم (٩) من الشمال وأخذنا (١٠) من الشمال ما أخذناه (١١) ثم (١٢) من الجنوب وأما إذا أردنا آخر ما تتجلى (١٣) الشمس (١٤) وآخر ما يتجلى (١٥) القمر (١٦) وضعنا المشرق مكان المغرب (١٧) .

---

(١) ف : الرؤية
(٢) سا : لمقدار
(٣) سا : مانفرزه
(٤) سا : لكن إن
(٥) سا : غير موجود
(٦) ف ، سا : فيوجد
(٧) فى هامش ب : الغربى إلى الغارب
(٨) فى هامش ب : الشرق
(٩) سا : ثمة
(١٠) (ثم من الشمال وأخذنا) : فى هامش ف
(١١) سا : ماأخذنا
(١٢) سا : ثمة
(١٣) سا :ماينجلى
(١٤) سا : من الشمس
(١٥) سا : ماينجلى
(١٦) سا : من القمر
(١٧) سا : وبالله التوفيق . تمت المقالات الرابعة والخامسة والسادسة ولواهب العقل الحمد بلا نهاية .

المقالة السابعة

في جوامع أمور الكواكب الثابتة

المقالة السابعة

فى جوامع أمور الكواكب الثابتة (١)

قال إنما سميت هذه الكواكب ثابتة لأن أبعاد بعضها من بعض ثابتة دائما على مقدار واحد وليس كأبعاد الكواكب المتحيرة التى قد يقترب (٢) منها ما يتباعد (٣) ويتباعد(٤) منها (٥) ما اقترب (٦) وأظن أنا (٧) أنها إنما سميت ثابتة لأن حال حركتها إلى المشرق لم تكن (٨) معلومة فى قديم الزمان فكانت فى حكم ما لا يزول من درجته فسميت ثابتة ولزمها ذلك الاسم وإن علم حال حركتها (٩) قال والدليل على أنها حافظة لوضع واحد لبعضها عند (١٠) بعض أنه لما رصد أبعاد بعضها من بعض وأوضاع بعضها من بعض فى الأزمنة الأولى وفى (١١) زمان أبرخس (١٢) ثم فى زمانه وجدت الأبعاد والأوضاع متساوية بالتقريب وهو يذكر فى ذلك أرصادا قديمة رصدت فى ذلك ويجد (١٣) أحكامها متشابهة لما وجد (١٤) بأرصاده بالتقريب ثم أراد أن يبين أن لكرة الكواكب الثابتة حركة على توالى البروج

---

(١) سا : (بسم الله الرحمن الرحيم . المقالة السابعة ويتلوها الثامنة من كتابه المجسطى) بدلا من (المقالة السابعة فى جوامع أمور الكواكب الثابتة)
(٢) سا : قرب
(٣) سا : ماتباعد
(٤) سا : وتباعد
(٥) سا : غير موجود
(٦) سا : ماقرب
(٧) ف ، سا : غير موجود
(٨) سا : يكن
(٩) ف : فى الهامش
(١٠) سا : عن
(١١) سا : فى
(١٢) سا : انرجس
(١٣) سا : غير واضح
(١٤) سا : وجدناه

وجعل ما حد بيان ذلك من أنه رصد أبعاد كواكب ثابتة بقياسها إلى كسوفات القمر المحققة البعد عن نقطة الاستوائين والانقلابين فرآها[1] قد ازدادت عن تلك النقطة بعدا عما رصد فيما سلف من الزمان ورأى أبعاد ما بينها محفوظة فى جميع الأزمنة واستظهر فى ذلك بأرصاد محققة من ذات الحلق وأحضر فى كتابه أرصادا مدونة فى هذا الباب وإذ قد بدت [2] أن للثوابت [3] حركة فليعلم [4] أن تلك الحركة هى [5] على قطبى البروج لأن عروضها بالقياس إلى فلك البروج محفوظة وبالقياس إلى منطقة معدل النهار غير محفوظة بل مختلفة قال وإن أبرخس [6] مع ظنه أن حركة[7] الانتقال إلى المشرق إنما هى خاصة بالكواكب التى هى فى منشور منطقة البروج دون غيرها فإنه يرى أن تلك الحركة لها على قطبى فلك [8] البروج فلو كانت الحركة على قطبى معدل النهار لكانت [9] عروض [10] الكواكب الثابتة فى جميع الأزمان إنما تتشابه [11] بالقياس إلى منطقة معدل النهار ولكن لم يوجد كذلك وإنما وجد ذلك [12] التشابه بالقياس إلى منطقة [13] البروج وهذا هو ما يظن [14] أيضا أبرخس [15] فى الكواكب التى فى المنطقة وإن كان لا يثق بذلك كل الثقة إذا كانت أرصاد من قبله على الخليل من الأمر والزمان بينه وبين طيموخارس الراصد قريبا قال وأما نحن فإن [16] رصدنا عروضها عن فلك البروج فكانت على ما فى القدم إلا

---

(١) سا : فتراها
(٢) سا : ثبت
(٣) سا : الكواكب
(٤) سا : فلتعلم
(٥) سا : غير موجود
(٦) سا : ابرجس
(٧) ف : حركته
(٨) سا : فى الهامش
(٩) سا : لكان
(١٠) سا : عرض
(١١) سا : يتشابه
(١٢) ف : هذا
(١٣) [معدل النهار ولكن لم يوجد كذلك وإنما وجد ذلك التشابه بالقياس إلى منطقة] : غير موجود فى سا
(١٤) سا : مانظر
(١٥) ب ، سا : إبرخس أيضا
(١٦) سا : فإنا

بقدر ما يمكن أن ينسب إلى خلل الأرصاد والآلات وأما أبعادها من نقطة الاستواء والانقلاب فكانت زائلة وكان اعتبارها من أرصاد طيموخارس وأريسطولوس (١) ومانالاوس ثم أرصاد أبرخس (٢) ثم أرصاد نفسه فقد ذكر أبرخس أنه وجد الكواكب التي في النصف الآخذ من النقطة الشتوية والربيعية إلى الصيفية أميل إلى الشمال مما كانت عليه في أرصادهم لأنها لما زالت عن مواضعها إلى المشرق وحفظت العرض (٣) مع فلك البروج وصارت أبعد في الشمال وأنه وجد العرض من البروج محفوظا مثاله أن السماك (٤) الأعزل (٥) وجد عرضه في رصد طيموخارس وفي رصد نفسه قريبا من درجتين جنوبا وإن كان أبرخس (٦) مشككا (٧) في ذلك لقلة ثقته بأرصاد طيموخارس إذ كانت مأخوذة على الجليل من الأمر وكانت المدة قصيرة وغير (٨) كافية في ظهور الأمر وأما بطليموس فإنه قال إن الثقة بحركة الثوابت على الصفة المذكورة قد صحت منه ووقعت لزيادة عدد (٩) الكواكب المرصودة وتطاول العهد قال بطليموس ونحن لما امتحنا أرصادنا وقابلناها بأرصاد أريسطولوس (١٠) وأبرخس وبالأرصاد (١١) التي قبله (١٢) اطيموريطوس (١٣) وغيره وجدنا الكواكب التي رصدت قد حفظت النسبة إلى فلك البروج وأما إلى دائرة معدل النهار فما كان منها في النصف المبتدئ من (١٤) الشتوي والربيعي إلى الصيفي فإن أبعادها إلى

---

(١) في هامش ب : ورسطلس — وفي سا : وار سطلس
(٢) سا : أنرجس
(٣) سا : العروض
(٤) سا : السمال
(٥) سا : غير موجود
(٦) سا : انرجس
(٧) ف : مشككا — وفي ب : متشكك — وفي سا : يتشكك
(٨) سا : غير
(٩) ف : حركة
(١٠) في هامش ب : رسطلس — وفي سا : وارسطلس
(١١) سا : والأرصاد
(١٢) ف : في الهامش
(١٣) سا : لطيموخارس
(١٤) سا : في

الشمال قد زادت مما وجدت عليه قديما وأما التي في النصف الآخر فإن أبعادها إلى الشمال ناقصة و إلى (١) الجنوب زائدة على نسبة واحدة وهذا الاختلاف في الكواكب القريبة من الاستوائين أكثر وفي القريبة من المنقلبين أقل لأن ظهور الميل عند النقطتين(٢) الاستوائيتين(٣) أكثر من ظهوره عند المنقلبين كما قد عرفت وعد عدة الكواكب وجدت على هذه الجملة فوجد (٤) هذا (٥) التفاوت مستمرا على وتيرة واحدة من أرصاد المتقدمين ثم أرصاد أبرخس (٦) ثم أرصاده ولما وجد الخلاف بين رصده ورصد أبرخس (٧) في الطول بجزئين وثلثي جزء والمدة بين الرصدين ما ئتان وخمس وستون سنة حكم أن الكواكب الثابتة تقطع الجزء الواحد في قريب من مائة سنة والاختلاف الواقع في العرض عن معدل النهار أيضا يوجب هذا الحكم بعينه وخصوصا في كسوفات الكواكب بالقمر في أوقات معلومة معلوم فيها عرض القمر وذكر منها أرصادا ماس (٨) فيها القمر الكواكب أو كسفها فعرف من معرفة مكان القمر في الطول والعرض وانحراف المنظر في ذلك التاريخ مكانها في الطول والعرض (٩) على الوجه الذي يعلم به ثم رصد أعظام الكواكب الثابتة على مراتب ستة متفاضلة في العظم إلى أن إنتهى إلى العظم السادس و ترك مابعده لصغره ورسم لها جداول ثلاثة سماها فيها منسوبة إلى الصورة التي وضعت (١٠) لها (١١) ولم يبال (١٢) أن يخالف المتقدمين في هيئة صورة إذا (١٣) كان مايصفه أوفق مثل مخالفته لأبرخس في تسمية كوكبين في العذراء سماهما أبرخس بمنكبي العذراء

---

(١) ب : في الهامش

(٢) ب ، ف : القطبين

(٣) ب ، ف : الاستوائين

(٤) ب ، سا : ووجد

(٥) ب : غير موجود

(٦) سا : أنرجس

(٧) سا : انرجس

(٨) ب : غير واضح

(٩) [وانحراف المنظر في ذلك التاريخ مكانها في الطول والعرض] : غير موجود في سا

(١٠) سا : رمقت

(١) في هامش ب : بها – وفي سا : غير موجود

(١٢) ف : يبل

(١٣) سا : إن

وسماها هو بكوكبي جنبه إذ كان (١) بعدها من كوكب الرأس أكثر من بعدها من كفي العذراء وما كان كذلك فأولى أن يكون جنبا (٢) ثم (٣) رتب جداول في الصف الأول منها أسماء ما رصدت أعظامه من الكواكب الجنوبية والشمالية وهي ألف واثنان وعشرون (٤) كوكبا وعلاماتها في (٥) الصف الثاني أسماء البروج التي كانت في زمانه في أول ملك أنطونينوس (٦) وجعل مبادىء الأرباع (٧) من نقط (٨) الاعتدال (٩) والانقلاب (١٠) وفي الثالث أجزاؤها (١١) من فلك البروج وفي الرابع جهاتها من فلك البروج وفي الخامس عروضها لا من معدل النهار ولكن من (١٢) فلك (١٣) البروج (١٤) وفي السادس أعظامها وأنت يمكنك أن تنقل ذلك إلى الأزمنة التي بعده على أن تجعل مسيره (١٥) في كل مائة سنة درجة(١٦) .

---

(١) في هامش ب : ذلك أصح وأدل على الصفة – وفي سا : كان ذلك أصح وأدل على الصحة

(٢) [بعدهما من كوكب الرأس أكثر من بعدهما من كفي العذراء وما كان كذلك فأولى أن يكون جنبا] : غير موجود في سا

(٣) سا : و

(٤) ب : و اثنين وعشرين

(٥) ب ، سا : وفي

(٦) في هامش ب : انطينس – بيلبس – وفي سا : بيابس

(٧) ف : الارتفاع

(٨) ف ، سا : نقطة

(٩) سا : الانقلاب

(١٠) سا : والاستواء

(١١) ف : احرامها

(١٢) سا : في

(١٣) سا : غير موجود

(١٤) [وفي الخامس عروضها لا من معدل النهار ولكن من فلك البروج] : في هامش ب

(١٥) سا : مسيرها

(١٦) سا : والله الموفق

المقالة الثامنة

المقالة الثامنة

ثم افتتح فى المقالة الثامنة منه (١) بجداول مثل هذه ولكن اللواتى (٢) فى النصف الجنوبى من الكرة ثم أخذ يبين(٣) هيئة المجرة ويسميها الدائرة اللبنية ويعرف ما فيها وفى حدودها من الكواكب المعدودة حتى استوفاها ثم أخذ يعرف كيف تتخذ (٤) كرة مصمتة يرى فيها(٥) هذه الكواكب وصورها والمجرة وغير ذلك مما ذكره فى الجداول فأمر أن تتخذ كرة شبيهة اللون بلون حون (٦) الليل(٧) أعنى لا زوردية اللون ويرسم (٨) فيها قطبان (٩) للبروج وترسم بينهما دائرة البروج وترسم (١٠) دائرة معدل النهار (١١) بالميل المعلوم على قطبين آخرين ودائرة نصف النهار تمر بقطبيها وتقسم دائرة البروج بثلاثمائة وستين درجة والدرجة بالدقائق (١٢) على ما يسهل وتطبق عليها حلقة تماسها وتدور عليها وأخرى أكبر منها قليلا وعلى طول كل واحدة(١٣) منهما فى بسيطها(١٤) الحدب(١٥) دائرة تقسم عرض ذلك البسيط بنصفين ثم تنصف هذه الدائرة فيها (١٦) وتقسم كل نصف بمائة (١٧) وثمانين قسما (١٨)

---

(١) ب : غير موجود
(٢) سا : للواتى
(٣) سا : يعرف
(٤) سا : يتخذ
(٥) سا : فيه
(٦) ف : صون — وفى سا : جو
(٧) ف : النيل — وفى سا . الكون
(٨) سا : وترسم
(٩) سا : قطبين
(١٠) سا : وترسم
(١١) [دائرة معدل النهار] : مكرر فى سا
(١٢) سا : دقائق
(١٣) سا : واحد
(١٤) سا : بسيطة
(١٥) ف : الحدث
(١٦) سا : فيهما
(١٧) سا : ثمانية
(١٨) سا : غير موجود

نهايتاها (١) مركز القطبين وتجعل الحلقة الصغرى مركوزة فى قطبي البروج والكبرى مشتملة عليها وعلى الكرة ومركزها (٢) من الكرة فى قطبي معدل النهار فلأن الحلقة الصغرى مقسومة فى العرض فإنا إذا وضعناها على أى برج شئنا فى أى طول شئنا أمكننا أن نأخذ موضع كل كوكب معلوم الطول والعرض منها فنثبته (٣) فى الكرة ولا يزال (٤) يفعل (٥) ذلك حتى تصير الكرة مصورة بالكواكب كالسماء وتخط (٦) الصورة (٧) بخطوط خفية لئلا يتشوش وجه الكرة ويجعل (٨) لهذه الكرة مع حلقتيها حاملة تكون مكان الأفق وتجعل ارتفاع القطب الشمالى عنها (٩) كما فى الإقليم ثم تسد ما يماس الأفق بمسمار كما للقطب (١٠) ثم أخذ يعرف (١١) تشكيلات (١٢) الكواكب الثابتة لا التي يعتبر (١٣) لها من أنفسها وهى التشكيلات المحفوظة فيما بينها ولا (١٤) يزول بل التشكيلات الزائلة التي لها بعضها بالقياس إلى المتحيرة والنيرين وأجزاء فلك البروج وبعضها بالقياس إلى الأرض وحدها (١٥) وبعضها بالقياس إلى الأرض وفلك (١٦) الأولين معا فالقسم الأول يكون (١٧) أما على العموم فإذا صارت معا فى دائرة واحدة من المارة بقطبى فلك البروج أو صارت على مختلفتين (١٨) إلا أنهما على

---

(١) سا : غير واضح
(٢) سا : ومركزه
(٣) سا : غير واضح
(٤) سا : ولانزال
(٥) سا : نفعل
(٦) سا : ونحيط
(٧) سا : الصور
(٨) سا : ونجعل
(٩) سا : غير موجود
(١٠) سا ، د : كالقطب
(١١) ف : ينتهى سياق الكلام فى سطر ٢٢ ص ١٨٠ وتكملته من سطر ٢٤ ص ١٨١
(١٢) سا ، د : تشكلات
(١٣) ف : بين السطرين وفى سا يعسر
(١٤) سا ، د : فلا
(١٥) سا ، د : وحده
(١٦) سا ، د : تلك
(١٧) د : غير واضح
(١٨) سا : مختلفين

تثليث أو تربيع أو تسديس أو غير ذلك بحسب الزاويتين الحادثتين عنها عند القطب قائمة كانت أو أكثر أو أقل بثلث أو ربع وأما على الخصوص فهى التى تكون فى منشور (١) البروج الذى يرسمه مسيرات الكوكب المتحيرة فى العرض أما عند الكواكب المتحيرة الخمسة فبالمقارنة والستر (٢) وأما عند الشمس والقمر فبالاستسرار وهو أن يتوجه إلى (٣) النير فيدخل فى شعاع (٤) النير حتى يختفى (٥) ثم يجتمع معه (٦) ثم يشرق وهو أن يخرج من الشعاع نحو المشرق وأما التى عند الأرض وحدها (٧) فبأربعة أنواع وهى أن تكون طالعة وغاربة ومتوسطة للسماء (٨) من فوق أو من (٩) تحت وهذه التشكيلات أما فى خط الاستواء فقد توجد كلها لكل كوكب فى أزمنة متساوية أما حيث يكون القطب على سمت الرأس فلا يكون لشىء من الثابتة شىء من الأحوال المذكورة البتة ولا لواحد منها وأما بين هذين فيكون لبعض الكواكب كلها ولبعض (١٠) الكواكب (١١) بعضها (١٢) دون بعض فأما ما يلى القطبين ويكون بينه وبين القطب دون ارتفاع القطب فيكون طالعا أبدا أو دون الانخفاض فيكون خفيا أبدا وأما فى خط الاستواء فتكون أزمنة التشكيلات الأربعة (١٣) لجميع (١٤) الكواكب متساوية وأما فى العرض فتختلف إلا ما كان منها على خط معدل (١٥) النهار وما سواه فإن الأميل إلى جهة ارتفاع القطب وإن كان فى درجة واحدة من البروج

---

(١) ب ، سا ، ف : ميسور

(٢) سا ، ف : والسير

(٣) ف غير موجود – وفى ب : بين السطرين

(٤) د : شعا

(٥) سا : يخفى

(٦) ف : فى الهامش

(٧) د : وجدها

(٨) سا : السماء

(٩) سا : ومن

(١٠) سا ، ه : ولبعضها بعض

(١١) سا ، د : غير موجود

(١٢) سا ، د : غير موجود

(١٣) ب ، سا ، د : الأربع

(١٤) ف : بجميع

(١٥) سا ، د : غير موجود

فقد يطلع أسرع ويخفا[1] أبطأ لكنها قد تتوسط السماء معا وذلك إذا كانت فى الدائرة المارة بالأقطاب ولا يلزم أن يكون ما يطلع معا يتوسط السماء معا إلا فى معدل النهار فيطلع ويغرب معا ما كان يتوسط السماء معا[2] وأما الكائن بحسب الأرض والسموات[3] فالعام من ذلك ما يكون للثابتة وللمتحيرات [4] ولأجزاء البروج بالقياس إلى الأرض وهى [5] كونها معا فى الطلوع [6] أو توسط السماء أو الغروب وأما بالتفصيل فهو [7] الذى يكون بالقياس إلى النيرين وهى تسعة [8] «ا» فالنحو الأول هو الطلوع الصباحى [9] وهو أن يكون الكوكب [10] والشمس معا أو فى زمانين متقاربين يه يران إلى الأفق وذلك إما التابع [11] فلا يرى وهو أن يكون كما تطلع الشمس يطلع الكوكب بعدها [12] وإما المقارن [13] فهو ظاهر وإما المتقدم الذى يرى فهو الصباحى الذى يطلع أولا ويرى [14] ثم تطلع الشمس «ب» والنحو الثانى [15] يقال له توسط السماء الصباحى وهو أن يكون الكوكب قريبا من طلوع الشمس[16] يتوسط السماء فوق الأرض أو تحتها [17] وهو أيضا إما التابع [18] وهو الذى [19]

---

(١) ف ، سا ، د : ويخفى

(٢) [إلا فى معدل النهار فيطلع ويغرب معاً ما كان يتوسط السماء معاً] : غير موجود فى ف ؛ وفى ب ايضا غير موجود ولكن مكتوب فى الهامش [لأن معدل النهار يطلع ويغرب مع ما كان يتوسط السماء]

(٣) سا ، د : والسماويات

(٤) د : والمتحيره

(٥) سا : وهو

(٦) سا : الغروب

(٧) ب : وهو

(٨) فى د : [تسعة أصناف كلية] وفى ب : [أصناف كلية] فى الهامش

(٩) [إلى النيرين وهو تسعة فالنحو الأول هو الطلوع الصباحى] : غير موجود فى سا

(١٠) سا : الكواكب

(١١) ف : السابع

(١٢) ب : بعيدها — وفى سا ، د : بعيده

(١٣) سا ، د : المفارق

(١٤) سا ، د : غير موجود

(١٥) سا : الباقى

(١٦) [يقال له توسط السماء الصباحى وهو أن يكون الكوكب قريباً من طلوع الشمس] : غير موجود فى سا ، د

(١٧) سا : وتحت — وفى د : أوتحت

(١٨) ف : البائع

(١٩) [وهو الذى] : غير موجود فى د

يتوسط السماء بعيد طلوع الشمس بلا لبث أو المقارن[1] أو المقدم الذى يرى إن كان فى وسط السماء الفوقانى «حـ» والنحو الثالث يقال له[2] الغروب الصباحى وهو إما التابع[3] الذى لا يرى[4] وهو أن يكون إنما يغرب بعيد ما تشرق الشمس بلا لبث وإما المقارن[5] وإما المتقدم الذى يرى وهو[6] الذى يغرب أولا ثم تطلع الشمس بلا لبث طويل . «د» والنحو الرابع الطلوع الظهيرى[7] وهو أن يطلع والشمس متوسطة وذلك إما نهارى لا يرى وإما ليلى يرى وهو أن يطلع وقد توسطت الشمس[8] السماء تحت الأرض «هـ» والنحو الخامس توسط السماء[9] الظهيرى[10] وذلك يكون إذا توسطا معا وهو إما غير مرئى إذا توسطا معا من جهة واحدة أو توسط الكوكب تحت والشمس فوق وإما مرئى إذا كانت الشمس فى الوتد الأسفل والكوكب فى الوتد الفوقانى[11] . «و» والنحو السادس هو الغروب الظهيرى وهو أن يغرب الكوكب مع توسط الشمس السماء[12] فوق الأرض وهو إما غير مرئى إذا كان توسط[13] الشمس[14] السماء[15] من فوق الأرض وإما مرئى إذا كان توسطها تحت الأرض «ز» والنحو السابع يقال له الطلوع المسائى[16] وذلك أن تكون الشمس فى[17] المغرب والكوكب يلى المشرق وذلك إما التابع[18] الذى يرى

---

(١) سا : والمقارن

(٢) سا : غير موجود

(٣) ف : السابع

(٤) سا ، د : يرى

(٥) ف : المقارب

(٦) د : غير موجود

(٧) سا : الظهرى — وفى د : غير موجود

(٨) ف : غير موجود

(٩) د : غير موجود

(١٠) سا ، د : الظهرى

(١١) ف : الأعلى

(١٢) د : غير موجود

(١٣) ف : متوسط — وهنا ينتهى سياق الكلام فى المخطوط ف فى سطر ٢٣ ص ١٨٢ وتكملته من سطر ٢٣ ص ١٨٠

(١٤) د : غير موجود

(١٥) سا : غير موجود

(١٦) ف : المساوى

(١٧) سا ، د : يلى

(١٨) ف : السابع

وهو أن يطلع بعيد غروبها بلالبث (١) وإما المقارن أو المتقدم الذى لايرى (٢) « ح » والنحو الثامن هو توسط السماء المسائى (٣) وهو أن يكون الكوكب يلى وسط السماء عندما تلى (٤) الشمس الأفق وهذا أيضا ثلاثة أصناف تابع يرى ومقارن (٥) ومتقدم لايرى . « ط » والنحو التاسع هو (٦) الغروب المسائى (٧) وهو أن يليا المغرب معا إما التابع الذى يرى وإما المقارن وإما المتقدم الذى لايرى .

فصل

فى مقارنة الكواكب الثابتة للشمس فى الطلوع أو فى توسط السماء أو فى الغروب(٨)

فلما فرغ من هذا أخذ يعرف وجه الوقوف على طلوع وغروب وتوسط السماء(٩) للشمس (١٠) والكوكب إذا كان مقارنا بعد أن يتأمل (١١) مواضعها فى البيت وابتدأ يعرف(١٢) ذلك من توسط السماء المقارن(١٣) للشمس فبين بشكل كيف أنه يمكننا من معرفتنا موضع الكوكب أن نعرف (١٤) أنه (١٥) مع أى جزء من البروج ومن (١٦) معدل النهار يتوسط السماء فقال (١٧) لتكن دائرة أ ب جـ د مارة بأقطاب

---

(١) [بلا لبث] : فى هامش ب ، ف

(٢) [وهوان يطلع بعيد غروبها بلا لبث وأماالمقارن أوالمتقدم الذىلا يرى] : غير موجود فى سا

(٣) ف : المساوى

(٤) ف : يلى

(٥) سا : ومفارق

(٦) د : وهو

(٧) ف : المساوى

(٨) [فصل فى مقارنة الكواكب الثابتة للشمس فى الطلوع أو فى توسط السماء أو فى الغروب] : غير موجود فى سا ، د

(٩) سا ، د : غير موجود

(١٠) سا ، د : الشمس

(١١) ف : تأمل

(١١) سا : يتعرف

(١٣) سا : المفارق

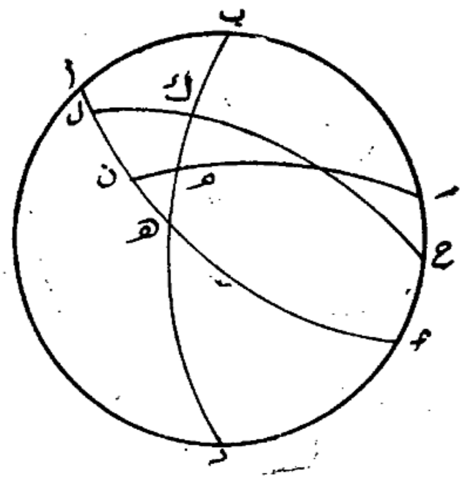
(١٤) د : غير موجود

(١٥) سا : غير موجود

(١٦) سا : من

(١٧) سا ، د : غير موجود

البروج والمعدل (١) و : ب هـ د نصف دائرة البروج على قطب ح و : أ هـ حـ نصف معدل النهار وليكن ط الكوكب و : ح ط ك ل يمر بالكوكب وقطب البروج فتكون نقطة ك درجة الكوكب فى الطول ولتكن ر قطب المعدل ولتمر عليه وعلى الكوكب



شــكل (١٢٣)

ر ط م ن (٢) وظاهر أن نقط(٣) ط ، م ، ن تتوسط السماء معا فلأنه قد تقاطع بين قوسى أ ن ، أ ح (٤) قوسى (٥) ح ل ، ر ن (٦) المتقاطعتان (٧) على ط فنسبة جيب ح أ (٨) إلى جيب أ ر المعلومين بأن ر أ ربع (٩) و : ح أ ربع و كل (١٠) الميل أعنى ارتفاع القطب (١١) مؤلفه من نسبة جيب ح ل (١٢)

---

(١) ح : المعدل

(٢) ف : د ط م ن

(٣) ف ، سا ، د : نقطة

(٤) سا : ا ب ، ا ع – وفى د : ا ب ، ا حـ

(٥) سا ، د : إلى قوسى

(٦) سا : د ل ، ر ن – وفى د : حـ ل ، ر ن

(٧) ف : المتقاطعتان – وفى سا ، د : غير موجود

(٨) سا : د ا – وفى د : حـ ا

(٩) ف : تمام الميل

(١٠) سا ، د ، ف : و : ك ل

(١١) [المعلومين بأن ر ا ربع و : ع ا ربع و : ك ل الميل أعنى ارتفاع القطب] : غير موجود فى سا ، د

(١٢) سا : د ل

إلى جيب ل ط (١) ومن نسبة جيب ن ط إلى ن ر (٢) وقوسا ح ل ، ل ط (٣) معلومان لأن ط ك (٤) عرض الكوكب معلوم من البيت و : ك ه معلوم لأنه (٥) طول (٦) الكوكب من البروج (٧) وهو معلوم من البيت و : ه درجة المشرق الاعتدالية(٨) ولنا أن نعلمه فإذا جعلنا ك ه (٩) المعلوم مطالع صار ه ل درج (١٠) السواء و : ك ل ميل (١١) درجة ولنا أن نعلمه (١٢) فنعلم جميعه من الأصول المعلومة و : ك ل (١٣) معلوم وإن جعلنا (١٤) ه ل مطالع وهو (١٥) معلوم صار ك ل معلوما وصار ط ل معلوما و : ه ك (١٦) معلوم لأنه درج السواء لقوس ه ل المعلوم لو جعل مطالعا (١٧) فيعلم وكذلك ل أ من ك ب (١٨) فيعلم (١٩) ن ط ونسبة جيب ن ل (٢٠) المجهول إلى ل أ (٢١) المعلوم مؤلفة (٢٢)

---

(١) ب ، سا : غير موجود

(٢) يلي ذلك فى سا : [لكن قوسا د أ ، ر أ معلومان بأن ز أ ربع تمام ك ل المثلو : حـ ا ربع و : ك ل الميل أعنى ارتفاع القطب] و بينما يلي ذلك فى د: [لكن قوسا حـ أ ، ر أ معلومان بأن ر أ تمام ك ل الميل و : حـ أ ربع و : ك ل الميل اعنى ارتفاع القطب] – بينما فى هامش ب : [ومن نسبة جيب ن ط إلى ن ر لكن قوسا ع أ ، أ ر معلومان فإن ر أ ربع و : ع أ ربع وكل الميل اعنى ارتفاع القطب فهو كتمام كل الميل]

(٣) سا : د ل ، ط ل – وفى د : حـ ل ، ط ل

(٤) سا ، د : ط ل

(٥) سا ، د : لأن ه

(٦) سا ، د : أطول

(٧) سا ، د : الأفق

(٨) سا ، د : والاعتدالية

(٩) د : ك

(١٠) سا ، د : درجة

(١١) ف : بمثل – وفى سا : غير موجود

(١٢) [ولنا أن نعلمه] : غير موجود فى سا ، د

(١٣) سا ، د ، ف : ك ل

(١٤) سا ، د : جعلت

(١٥) سا ، د : و : ه ك

(١٦) سا ، د : و : ه ل

(١٧) ف ، د : مطالع

(١٨) [فيعلم وكذلك ل أ من ك ب] : غير موجود فى د

(١٩) سا : يعلم

(٢٠) سا : ب ل – وفى د : ل – وفى ب ، ف : ر ل

(٢١) ب : ن أ – وفى ف : ل

(٢٢) سا ، د : غير موجود

كما (١) تدري وكانت ط ر ، ط ن ، ح ن ، ح أ (٢) معلومات (٣) فصار (٤) أن معلوما (٥) بقي هـ ن معلوما (٦) فصار هـ م ، هـ ن (٧) معلومين وجميع م ر (٨) أيضا فصار بعد م من هـ ومن ك المعلومين معلوما وهي الدرجة التي تتوسط السماء مع ط من البروج وكذلك ن (٩) من معدل النهار (*) ثم بين مثل ذلك في الطلوع

---

(١) ف : بما (٢) سا ، د : ط ن ، حـ ر ، حـ أ

(٣) ف : معلومان (٤) ف ، د : صار

(٥) [فصار ان معلوما] : غير موجود في سا

(٦) ب : معلوم (٧) سا ، د : هـ م ، هـ ل

(٨) ف ، صا ، د : م ب

(٩) سا ، د : ل

(*) معرفة نقطة فلك البروج ونقطة معدل النهار التي تتوسط السماء مع الكوكب

نفرض أ ب حـ د الدائرة المارة بالأقطاب الأربعة (قطبي البروج وقطبي المعدل) ولتكن دائرة البروج ب هـ د قطبها ع ودائرة نصف النهار أ هـ ج قطبها ر ولنفرض أن الكوكب عند نقطة ط والدائرة ع ط ك ل تمر بالكوكب وقطب البروج (شكل ١٢٣)

∴ ط ك عرض الكوكب ، ك هـ طوله والمفروض انهما معلومان .

نرسم القوس ر ط بين الكوكب ط وقطب المعدل ر فيقطع البروج في م ومعدل النهار في ن ومن الواضح أن النقط الثلاث ، ط ، م ، ن تتوسط السماء في نفس اللحظة أي أن م ، ن هما النقطتان المطلوب تعيينهما من الشكل القطاع أ ن ط ع أ :

$$\frac{\text{حا ع أ}}{\text{حا أ ر}} = \frac{\text{حا ع ل}}{\text{حا ل ط}} \times \frac{\text{حا ن ط}}{\text{حا ن ر}}$$

لكن أ ر = ٩٠ ، ع أ = ٩٠ + الميل الأعظم (ع)

ومن المثلث هـ ك ل : هـ ك معلوم ، $\hat{\text{ك}}$ = ٩٠ ، $\hat{\text{هـ}}$ = الميل الأعظم ∴ نعرف ك ل

لكن ط ك عرض الكوكب معلوم

∴ ط ل معلوم وكذلك ع ل = ٩٠ + ك ل معلوم ، ن ر = ٩٠°

∴ من القانون نعرف ن ط

وبالمثل نفس الشكل :

$$\frac{\text{حا ن ل}}{\text{حا ل أ}} = \frac{\text{حا ط ن}}{\text{حا ط ر}} \times \frac{\text{حا ع ر}}{\text{حا ع أ}}$$

حيث ل أ = ٩٠ − هـ ل ، هـ ل عرفناه

من المثلث هـ ك ل ∴ ل أ معلوم ، ط ن عرفناه مما سبق ، ط ر = ٩٠ − ط ن معلوم ، ع ر = الميل الأعظم ، ع أ = ٩٠ + الميل الأعظم

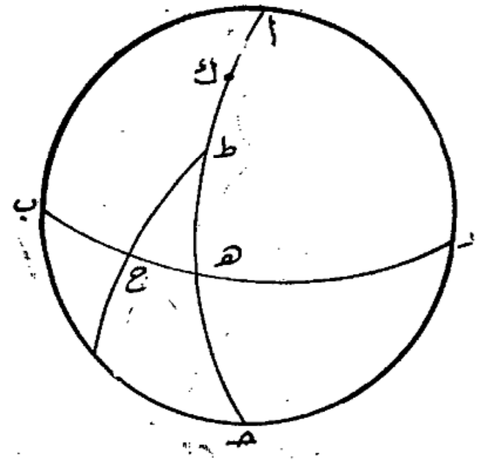
∴ يمكن معرفة ن ل ومن ذلك نعرف

هـ ن = هـ ل − ن ل أي نعرف نقطة ن المطلوبة

ويحل المثلث هـ م ن الذي فيه : هـ ن معلوم ، $\hat{\text{ن}}$ = ٩٠° ، $\hat{\text{هـ}}$ = الميل الأعظم

نعرف هـ م أي نعرف نقطة م المطلوبة

والغروب فليكن أ هـ حـ (١) نصف دائرة المعدل فى دائرة نصف النهار (٢) أ ب حـ د وليكن نصف دائرة الأفق ب هـ د (٣) وليكن طلوع الكوكب على ح من ب هـ د و : ر قطب المعدل ولنمر بنقطتى ر ، ح ربع دائرة رح ط (٤) وقسى ر حـ ، ر ط ، أ هـ (٥) أرباع و : ر ب وهو ارتفاع القطب معلوم و : ط درجة



شكل (١٢٤)

ممره (٦) بوسط (٧) السماء معلوم و : ط ح بما (٨) عرفنا (٩) معلوم يبقى ر ح معلوما و : هـ أ معلوم ونسبة جيب ر ب إلى جيب ب أ مؤلفة مما تعلم (١٠) فجيب هـ ط معلوم و : ط معلوم فـ : هـ معلوم فالدرجة التى تطلع من المعدل معلومة فالتى من فلك البروج معلومة وكذلك التى للغروب معلومة (١١) ولتكن (١٢) النقطة

---

(١) د : أ هـ ح (٢) سا ، د : نهار
(٣) يلى ذلك فى سا ، د : [على قطب ر]
(٤) ف : غير موجود — وفى ب : بين السطرين
(٥) سا : رح ، ر ط ، هـ أ — وفى ف : ر أ ، ب ط ، أ هـ
(٦) سا ، د : مر
(٧) سا ، د : يتوسط
(٨) سا ، د : مما
(٩) سا ، د : عرفناه
(١٠) [من نسبة جيب ر ح الى ح ط ومن نسبة جيب هـ ط إلى هـ أ] : فى هامش ب
(١١) هنا ينتهى سياق الكلام فى النسخة ف فى سطر ٢٣ ص ١٨١ وتكملته من سطر ٢٤ ص ١٨٣
(١٢) ف : وللمركز

التي[1] على المغرب [2] التي من ذلك الجانب من ط مثل نقطة ك ويكون ط ك [3] مساويا د : ط هـ ومغرب ك سعته كمشرق[4] هـ وزاويته القطبية كزاوية هـ القطبية أعنى مثل زاوية أ ر ح [5] التي في جانب وقد يسهل من ذلك معرفة أنه أى الكواكب تطلع [6] مع جزء جزء من فلك البروج ويتوسط [7] أو يغرب فيعلم أنه متى تصير الشمس إلى مقارنته [8] في تلك الحال وتسمى الموافيات (**) .

---

(١) د : غير موجود

(٢) سا ، د : غير موجود

(٣) [ويكون ط ك] : مكررة في د

(٤) ف : مشرق

(٥) ف : أ ن ط — وفى ب ، د : أ ر حـ

(٦) ب : يطلع

(٧) د : وهو يتوسط

(٨) ف : مقاربته

(* *) تعيين نقطتى البروج ومعدل النهار اللتان تطلعان أو تغربان مع الكوكب

فى شكل (١٢٤) أ ب حـ د نصف النهار ، أ هـ حـ المعدل وقطبه ر ، ب هـ د الأفق . وليكن الكوكب عند الشروق عند نقطة ع ونصل ر ع ليقابل المعدل فى ط وهى التى تسمى درجه مر الكوكب فى وسط السماء لأنها تكون على نصف النهار هى والكوكب ع فى نفس اللحظة . والمطلوب الآن تعيين نقطة هـ وهى نقطة على معدل النهار تشرق مع الكوكب ع .

فى الشكل القطاع الكرى ر أ هـ ع ر الذى فيه ر أ = ر ط = هـ أ = هـ ب = ٩٠ يمكننا تطبيق

نظرية (١٠) $\therefore \dfrac{\text{حا ر أ}}{\text{حا ر ب}} = \dfrac{\text{حا ر ط}}{\text{حا ع ط}} \times \dfrac{\text{حا هـ ع}}{\text{حا هـ ب}}$

لكن ر أ = ٩٠ ، ر ب = ارتفاع القطب = عرض المكان ، ر ط = ٩٠

، ع ط = ميل الكوكب معلوم ،

هـ ب = ٩٠ $\therefore$ يمكن معرفة هـ ع

وبتطبيق نظرية (١١) $\therefore \dfrac{\text{حا هـ ط}}{\text{حا ط أ}} = \dfrac{\text{حا هـ ع}}{\text{حا ع ب}} \times \dfrac{\text{حا ب أ}}{\text{حا أ ر}}$

حيث هـ ع قد علمناه من نظرية (١٠) ، ع ب = ٩٠ − هـ ع

، ب أ = ٩٠ − ر ب = ٩٠ − عرض المكان

أ ر = ٩٠ $\therefore$ يمكن معرفة هـ ط

لكن نقطة ط معلومة $\therefore$ يمكن معرفة نقطة هـ المطلوبة وهى نقطة معدل النهار التى تطلع مع الكوكب ومنها نعرف نقطة البروج التى تطلع معها .

وبمثل ماسبق يمكن تعيين النقطتين اللتان تغربان مع الكوكب

فصــل

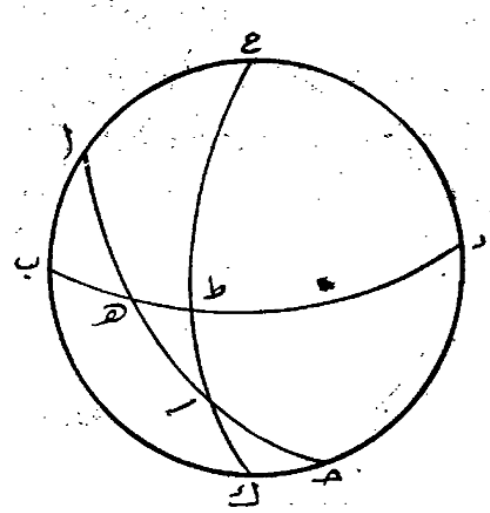
فى ظهور الكواكب الثابتة للرؤية واختفائها عنها(١)

ثم شرع فى بيان ظهور الكواكب الثابتة للرؤية واستسرارها قال ولما كان هذا يختلف بثلاثة أشياء بأعظام الكواكب وبعروضها (٢) من منطقة البروج وبميل البروج (٣) على الأفق لم يمكن أن يحكم فيها حكما كليا بطريق الخطوط فإنها كلما كانت أصغر خفيت أشد وكلما كان العرض أقل خفيت أشد لدخولها فى دائرة الشعاع وإن فرضنا ذلك متشابها ثم كان فى بعضها مثل البروج على الأفق أشد كانت(٤) أخفى لصغر (٥) الزاوية الحادثة من الأفق والبروج وقال فإذا كان الأمر على هذا وجب أن يرصد (٦) فى كل كوكب على أنه كم بعد(٧) عن الأرض من الشمس(٨) وهى تحت الأرض ترى وهذا البعد قطعة قوس من القسى القائمة على الأفق وهى الارتفاعية فإذا علم ذلك حسب فى ميل ميل (٩) وعرض عرض ونظر هل (١٠) القوس الارتفاعية كذلك والكوكب هو بذلك المقدار(١١) أو أكثر منه أو(١٢) أصغر على أن ذلك أيضا (١٣) لا يكفى فى كل إقليم بل يحتاج فى كل إقليم (١٤) إلى رصد جديد لاختلاف أهوية العروض فى الكثافة واللطافة ثم حاول أن يبين أنه كيف يستخرج قوس الارتفاع للشمس وقوس انخفاضها (١٥) إذا كان الطالع معلوما

---

(١) [فصل فى ظهور الكواكب الثابتة للرؤية واختفائها عنها] : غير موجود فى ب ، د
(٢) ب : بعروضها
(٣) ب : الدرجة
(٤) سا : كان
(٥) سا : لتصغر — وفى د : لتضع
(٦) سا : نرصد
(٧) ف : بعدا
(٨) ب : من الشمس عن الأرض — وفى سا ، د : للشمس عن الأرض
(٩) سا : فثل مثل
(١٠) سا : هذا
(١١) سا ، د : القدر
(١٢) ف : فى الهامش
(١٣) سا : غير موجود
(١٤) [بل يحتاج فى كل إقليم] : غير موجود فى د
(١٥) سا : انحفاظها

فليكن دائرة (١) أ ب جـ د (٢) لنصف النهار ر و : ب هـ د (٣) للأفق (٤) و : ا هـ ر جـ (٥) من البروج و : ر جزء (٦) الشمس (٧) و : ر هـ معلوم لأن الطالع معلوم (٨) وتخرج (٩) نصف دائرة ك ر ط ح (١٠) تمر بسمت الرأس وبالشمس ويطلب ر ط ف : ر ط معلوم لأن نسبة جيب ر ط المجهول إلى جيب ط ح المعلوم لأنه تسعون (١١) لأنه من الأفق إلى قطب الأفق



شكل (١٢٥)

الأعلى (١٢) أعني سمت الرأس (١٣) مؤلفة من نسبة جيب هـ ر المعلوم إلى جيب

---

(١) سا ، د : غير موجود

(٢) سا ، د : د ا ب

(٣) ف : و : ب هـ ر

(٤) سا ، د : الأفق

(٥) سا ، د : و : جـ د هـ

(٦) سا : و : ر هـ ر

(٧) سا : الشمس

(٨) د : غير موجود

(٩) سا ، د : غير موجود

(١٠) ف : ك ر ط جـ

(١١) ف ، سا ، د : تسعين — وفي د : [لأنه تسعين] مكررة

(١٢) سا ، د : الأسفل

(١٣) سا ، د : الرجل

هـ أ المعلوم لأنه يقابل ج المعلوم وأنه درجة وسط السماء ويعلم مع علم الطالع ومن (١) نسبة جيب ب أ (٢) المعلوم إلى جيب (٣) ب ح المعلوم ثم بين أنه إذا كان ر ط (٤) معلوما ثم كان اختلاف الأهوية لا يوجب اختلافا فإنه يمكن أن نستخرج قوس ر هـ فى كل إقليم أنه كم يكون وذلك بين بهذه الطريقة (٥) لأن نسبة جيب ر ط المعلوم إلى جيب ط ح المعلوم مؤلفة من نسبة جيب ر هـ المجهول إلى جيب هـ أ المعلوم ومن نسبة (٦) جيب ب أ (٧) المعلوم لأنه غاية انخفاض درجة معلومة إلى جيب (٨) ب ح (٩) المعلوم (*) وإذا عرف فى الظهور عرف فى الاستسرار وعرف حال جهة المغرب ثم اعتذر بطليموس فى اقتصاره على إعطاء القانون وترك البسيط (١٠) إذا كان ذلك أمرا كثير الانتشار لكثرة الكواكب الثابتة ولتغيير (١١)

---

(١) سا ، د : و

(٢) سا : ر أ

(٣) سا ، د : غير موجود

(٤) ف : ب ط

(٥) سا ، د : بهذا الطريق

(٦) [من نسبة] : غير موجود فى سا ، د

(٧) سا : ر أ

(٨) ب : بين السطرين

(٩) ف : ر ع

(*) تعيين ارتفاع الشمس أو انخفاضها بمعرفة الطالع (نقطة البروج الطالعة)

فى شكل (١٢٥) أ ب حـ د نصف النهار ، ب هـ د الأفق ونقطة ع سمت الرأس ، أ هـ ر حـ البروج حيث ر الشمس ، هـ الطالع والمطلوب ر ط بعد الشمس عن الأفق من معرفة الطالع هـ ودرجة الشمس ر . فى الشكل القطاع الكرى ع ر هـ ب ع ومن نظرية (١٠) نجد

$$\frac{\text{حا ر ط}}{\text{حا ط ع}} = \frac{\text{حا ر هـ}}{\text{حا هـ أ}} \times \frac{\text{حا ب أ}}{\text{حا ب ع}}$$ حيث ط ع = ٩٠ ، ر هـ = البعد بين الشمس والطالع معلوم ، هـ أ = البعد بين الطالع وبين وسط السماء معلوم ، ب أ = ارتفاع وسط السماء معلوم ، ب ع = ٩٠

∴ يمكن معرفة ر ط وهو المطلوب

ومن نفس القانون يمكن عمل العكس أى إذا عرفنا ر ط يصبح ر هـ معلوماً

(١٠) سا : وتركه البسط — وهنا ينتهى سياق الكلام فى المخطوط ف فى آخر ص ٣٣٠ وتكملته أول ص ٣٣٢

(١١) ف : ولتغير — وفى سا : ويعتبر — وفى د : وتعسر

الميول (١) فى إقليم إقليم وتعذر (٢) رصد الوقت الذى فيه لا قبله ولا بعده يبتدئ (٣) فى الظهور والاستسرار ولنقله الكواكب الثابتة عن أطوالها ولكن (٤) المأخذ فيه تقريبا بعيدا عن التحديد .

تمت المقالة الثامنة بحمد الله تعالى ومنه (٥)

---

(١) سا : المنزلة

(٢) سا : وبعد

(٣) د : ويبتدىء

(٤) د : ولكون

(٥) [تمت المقالة الثامنة بحمد الله تعالى ومنه] : غير موجودة فى ط – وفى سا : [تمت المقالتان السابعة والثامنة من المجسطى ولله الحمد على مزيده] – وفى د : [تمت المقالتان السابعة والثامنة بحمد الله وحسن توفيقه]

المقالات التاسعة والعاشرة والحادية عشر [1]

في جوامع أمور الكواكب المتحيرة

(١) سا : [المقالة التاسعة من كتاب المجسطى وفيها العاشرة والحادية عشرة] – وفى د : غير موجود

المقالات التاسعة والعاشرة والحادية عشرة

فصــل

فى مراتب أكر الكواكب السبعة [1]

قال إن الأوائل اتفقوا على أن أكر [2] الكواكب [3] المتحيرة دون الثابتة وفوق القمر إذ كانت الثوابت تنكسف [4] بالكل [5] وكان القمر يكسف الكل واتفقوا أيضا [6] على [7] أنها [8] هى فوق الشمس [9] وأما كرة الزهرة وكرة عطارد فإن الأقدمين رتبوها تحت كرة الشمس وبعض من تأخر [10] عنهم رتبهما فوق كرة الشمس أيضا إذ لم يجدوها [11] تكسفان [12] الشمس وهذا غير واجب فإنه يجوز أن لا يكون مجازها [13] تحت الشمس فى السطح الذى يمر [14] بأبصارنا ومركز الشمس ومع ذلك [15] تكون تحت كرة الشمس ولا تكسفان [16] الشمس كما يكون فى أكثر اجتماعات الشمس مع القمر أقول إنى رأيت الزهرة كخال وشامة فى صفحة الشمس .

---

(١) [فى جوامع امور الكواكب المتحيرة – فصل فى مراتب اكر الكواكب السبعة] : غير موجود فى سا : د

(٢) د : اكثر

(٣) سا ، د : غير موجود

(٤) سا : تكسفه – وفى د : تكسف

(٥) د : الكل

(٦) د : انها أيضاً

(٧) سا : غير موجود

(٨) [على انها] : غير موجود فى د

(٩) سا : السماء

(١٠) د : بأخره

(١١) ف : يجدها – وفى سا ، د : يجدوها

(١٢) ف : يكسفان – فى سا ، د : تكسف

(١٣) سا : مجتازها – وفى د : مجازها

(١٤) ف : يمس

(١٥) سا : هذا

(١٦) سا ، د : تكسف

فصــل

فى الأصول التى يعمل عليها فى الكواكب الخمسة (١)

ثم أخذ يوطئ الأصول لأمر المتحيرة ويشير إلى عسر الأمر فى معرفتها لأن لكل واحد اختلافا بحسب أجزاء فلك البروج واختلافا (٢) آخر بحسب تشكلاته من (٣) الشمس مثل الظهور والاختفاء والمقابلة (٤) والمقارنة وغير ذلك على ما يتبين وهى مختلطة اختلاطا شديدا ولا يتساوى مدد عوداتها ويعسر تلخيص بعضها عن بعض والأرصاد المتقادمة تقصر فى (٥) ذلك لأنها مبنية على الجليل والقريبة (٦) قصيرة مدة الزمان الذى فى مثله يظهر الحق وجملة تلك الأرصاد قريبة العهد غير بعيدة المدة ولأنها (٧) مبنية على الظهورات والوقوفات عن الرجوع والوقوف لا يحد زمانه فإنه يبقى مدة طويلة(٨) على حالة واحدة عند الحس ويختلف الحس بحسب الأهوية ويعسر رصدها بالقياس إلى الكواكب الثابتة لأن الخطوط الواصلة بينها لا يجب دائما أن تفعل عند دائرة الأفق(٩) زوايا قائمة بل قد تفعل حادة ومنفرجة(١٠) فيعسر الحساب ويختلف ولأن البعد الواحد بينها (١١) يرى عند الأفق أعظم وفى وسط السماء أصغر ولهذا اقتصر أبرخس فى أمر المتحيرة على وضع الأرصاد (١٢) دون أن يحكم بشىء غير (١٣) ذلك إذ كانت الأرصاد المدونة فى عصره غير بالغة مبلغ الكفاية فى الكواكب المتحيرة وكانت بالغة فى النيرين مبلغ التنبيه(١٤) والتطريق (١٥) إلى الحكم

---

(١) [فصل فى الأصول التى يعمل عليها فى الكواكب الخمسة] : غير موجود فى سا ، د
(٢) سا : واحلافا (٣) سا ، د : إلى
(٤) د : المقلابله
(٥) سا : عن
(٦) ف : والقرينه
(٧) سا : لأنها
(٨) سا ، د : واحدة
(٩) ط : البروج — وبين السطرين (الأفق)
(١٠) ف : منفرجة
(١١) د : بينها
(١٢) سا : غير موجود
(١٣) ف : فى الهامش — وفى سا : غير واضح
(١٤) ط : غير واضح
(١٥) ط : فيتطرق

فى أمر النيرين بحبة منه للحق ولذلك ما كان أبرخس قد يقر (١) أن المرصود مخالف (٢) لحساب أهل عصره المبنى على جداول يسمونها الأبدية بل كان يقول إنه ليس يكتفى فى إدراك الحق فى هذا الباب أن يقال إن لمسير هذه الكواكب اختلافين(٣) وأن لها رجوعات (٤) غير (٥) متساوية وأن هذين الاختلافين دبا من جهة خروج المركز ومن جهة فلك التدوير وإن وافق المركز من (٦) جهة اختلاطها فضلا عن اختلاف (٧) واحد ورجوعات متساوية بل يجب أن يبلغ فى كمية ذلك وتقديره (٨) مبلغا يطابق الحساب فيه المشاهدة قال (٩) وقد حدس أمر الاختلافات(١٠) وأمر الرجوعات غير (١١) المتساوية قوم ممن رام أن يحفظ الحركة المستديرة على الاستواء ورسموا (١٢) الجدول الذى يسمونه الأبدى إلا أن ذلك وضع بلا برهان ومع ذلك غير صحيح فإن منهم من زاغ (١٣) عن كاية (١٤) الحق ومنهم من لزم (١٥) يسيرا ثم فارقه وأبرخس(١٦) يعترف بصعوبة هذا الأمر الذى يسر لنا قال ولم يقل ما قلناه لا فتخار (١٧) ولكن لنعذر (١٨) إذا (١٩) اضطررنا إلى استعمال أمور خارجة عن القياس مثل أن يستعمل الدوائر التى ترسمها هذه الكواكب

---

(١) ف : غير واضح

(٢) د : يخالف

(٣) سا : اختلافان — وفى د : اختلافات

(٤) سا : رجوعات

(٥) سا : غير موجود

(٦) سا ، د : ومن

(٧) سا : الاختلاف

(٨) د : وتقدير

(٩) ف : و ا ل

(١٠) سا ، د : الاختلافين

(١١) سا ، د : الغير

(١٢) سا ، د : ورسم

(١٣) ف : زاع — وفى د : راع

(١٤) د : كليته

(١٥) سا ، د : لزمه

(١٦) سا ، د : فابرخس

(١٧) ف : لا فيختار

(١٨) ف : ليعذر — [ولم يقل ماقلناه لافتخار ولكن لنعذر] : غير موجود فى سا ، د

(١٩) سا ، د : وأنا إذا

على أنها فى سطح دائرة البروج ولها بالحقيقة عرض وأن (١) يضع أشياء وضعها (٢) كأنها أوائل فلا (٣) تكون(٤) بينة (٥) فى أول الأمر لكن الامتحان الكثير والمطابقة (٦) المتواترة صححتها(٧) لنا (٨) إذ كنا أطعنا الأرصاد فوضعنا أولا وضعا أن الحركات تجرى عليها ولما (٩) جربت وامتحنت مرارا(١٠) كثيرة وأجرى عليها أمر الحساب لم تختلف(١١) واعتمدنا فى ذلك أرصادا بعيدة عن الشك والشبهة وكانت بآلات من ذوات الحلق مستقصاة الحلقة والصنعة (١٢) والقويم وكان الرصد بالقياس إلى الكواكب الثابتة بمقارنة أو ملاصقة شديدة تخرجت (١٣) العودات للكواكب على ماذكر أبرخس تطابق ما صححناه (١٤) بالامتحان وسنوضح الطريق إليه بعد .

فصل

فى عودات أدوار (١٥) الكواكب الخمسة (١٦)

وبالجملة أقول إنهم(١٧) قد(١٨) وجدوا وسط الكوكب واختلافه(١٩) فى الثلاثة العلوية مساويا(٢٠) لوسط الشمس وفى السفليين كل كوكب فوسطه مساو والوسط الشمسى(٢١)

---

(١) سا ، د : أو أن

(٢) سا ، د : وضعا

(٣) ف ، د : ولا

(٤) ف : يكون

(٥) سا ، د : بينه

(٦) د : والمطابق

(٧) سا ، د : صححها

(٨) ف : لو

(٩) سا ، د : لما

(١٠) سا : مراكزا

(١١) سا : تخلف

(١٢) ف : والسعة

(١٣) ف : تخرجت — وهنا ينتهى سياق الكلام فى المخطوط ف فى سطر ٢٣ ص ١٨٣ وتكملته من سطر ٢٣ ص ١٨٤

(١٤) سا : ماصححناه

(١٥) ف : فى الهامش

(١٦) (فصل فى عودات أدوار الكواكب الخمسة) : غير موجود فى سا ، د

(١٧) سا : غير موجود

(١٨) سا : وقد

(١٩) د : الكواكب

(٢٠) سا ، د : مساويه

(٢١) (وفى السفليين كل كوكب فوسطه مساو لوسط الشمس) : فى هامش ف

وإنما يبعد عنها (١) بغاية فضل الاختلاف تارة من جهة المشرق مستقيما (٢) وتارة من جهة المغرب راجعا (٣) وأما السبيل الذى توصلوا منه إلى معرفة الاختلاف لهذه (٤) الكواكب فمنه مشترك لخمستها لأن (٥) لها أحوالا مشتركة من ظهورات واستسرارات (٦) ورجوعات ووقوفات واستقامات ومقاطرات (٧) مع الشمس ولها (٨) اختلافان أحدهما بالقياس إلى الشمس فإن هذه الكواكب إذا كانت عند حال (٩) ما فى ابتدائها أعنى حال ظهور أو استسرار (١٠) أو حال وقوف أو رجوع أو استقامة (١١) كان لها بعدما من الشمس وفى العلوية مناظرة (١٢) . فإذا عادت (١٣) إلى تلك الحال كان (١٤) فى مثل ذلك الزمان لها (١٥) مثل ذلك البعد بعينه فى جليل الأمر إن كان بعد . والعلوية (١٦) تعود (١٧) إلى تلك المناظرة (١٨) فى مثل ذلك الزمان فإذا رصد ذلك فى تغير آخر فى تلك القوس بعينها وتلك الأجزاء وجد التشكل (١٩) واحدا بعينه إلا ما نتوقع

(١) سا ، د : عنه
(٢) سا ، د : ومستقيمه
(٣) د : راجعة فوجدوا — وفى سا : فوجدوا — وفى هامش ب : فوجدوا
(٤) سا ، د : الاختلافات
(٥) ف : فإن
(٦) سا ، د : واستتارات
(٧) سا ، د : ومناظرات
(٨) سا ، د : ولها كلها — وفى هامش ب : كلها
(٩) سا : حد حال — وفى ب : حد وبين السطرين حال
(١٠) سا ، د : استتار
(١١) سا ، د : إقامة
(١٢) د : مقاطرة
(١٣) د : عددت
(١٤) سا : غير موجودة
(١٥) سا : غير موجودة
(١٦) سا ، د : وفى العلوية
(١٧) سا : يعود
(١٨) د : المقاطرة
(١٩) سا : التشكك

من (١) تغيره (٢) لأزمنة (٣) بعيدة فإن تؤمل ذلك فى قسى أخرى كان الأمر كذلك إذا أخذ (٤) واحد (٥) فى آخر وهو أن مقابل (٦) نقصان (٧) يقع بزيادة يقع ولكن (٨) يوجد له فيما بين الابتداء والعود (٩) إلى مثل ذلك التغير (١٠) حال سرعة وإبطاء وتوسط فوجد الزمان الذى من أسرع الحركة إلى الوسطى أعظم من الزمان الذى من الوسطى إلى أبطأ (١١) الحركة وهذا لا يمكن إلا أن يكون على فلك تدوير والكوكب يتحرك فى أعلى تدويره إلى المشرق أوخارج مركز (١٢) يتحرك مع الكوكب إلى المشرق وفى القسم الثانى لا يمكن رجوع وقد وجد رجوع فبقى أن يكون على أصل تدوير قد تم فيه عودة تدويرية (١٣) إذ قد استوفت (١٤) الأحوال الأربعة من سرعةوبطء وتوسطين وإذا (١٥) كان ذلك فى أجزاء بأعيانها من البروج لا يوجب تعديلا فليس إلا لأن العودة فى التدوير قد تمت فهذا اختلاف مفرد يتم فيه للكوكب (١٦) دورة اختلاف ولمركز تدويره قطع قوس وللشمس دورة ومثل تلك القوس والاختلاف الثانى بالقياس إلى فلك البروج وهو أنه قد كان يرصد الكوكب وهو فى ابتداء حالة من الاستقامة والرجوع والإبطاء والإقامة والسرعة فتحصل درجته ثم تحصل درجته وقد (١٧) عاد إلى مثل تلك الحال حتى يكون قد عاد إلى وسطه وتمت دورته فى الاختلاف ثم

---

(١) ف : فى الهامش

(٢) سا ، د : تغير

(٣) ف : بأزمنه

(٤) سا ، د : أخذت

(٥) د : واحدا

(٦) سا ، د : يقابل

(٧) د : نقصانا

(٨) سا : ولكنه

(٩) سا : والعود والعود

(١٠) ف : التغيير

(١١) ف ، سا : إبطاء

(١٢) د : ومركز

(١٣) سا : تدويرته

(١٤) د : استوفيت

(١٥) ف : فإذا

(١٦) د : الكوكب

(١٧) سا ، د : غير موجود

يرصد(١) مثل ذلك فى القوس التى تلى القوس الأولى (٢) من فلك البروج فوجد القسى مختلفة فى الصغر (٣) والكبر ولا تكون متساوية تساويها لو كان التدوير على حامل موافق (٤) المركز ويوجد اختلافها فى الصغر والكبر يبتدىء من حدود فيزداد ويزداد (٥) ثم يقف ثم يتناقص ثم يعود ووجدوا ذلك على نظام واحد وإن اعتبروه فى أجزاء بعينها من البروج لكنهم وجدوا الزمان (٦) من أسرع الحركة إلى الحركة الوسطى أصغر من الزمان الذى من الوسطى (٧) إلى العظمى وكان هذا إنما يمكن على أحد أصلى التدوير أو خروج المركز (٨) لامحالة وكان أصل التدوير قد اختص بالاختلاف الأول فبقى لهذا الاختلاف أصل الخروج ولما وجدوا الكواكب العلوية إذا عادت إلى ابتداء تغيرات (٩) أحوالها عادت إلى تشكلها من الشمس فإن لم تعد بالمعدل عادت (١٠) بالوسط ولا تختلف إذا رصدت فى أجزاء بعينها من فلك البروج فعلموا أنها إنما سارت فى تلك المدة من البروج القوس الرادة إلى مثل التشكل الأول والشمس دارت دورة مثل (١١) تلك القوس فتكون الشمس قد دارت بوسطها (١٢) فى فلكها دورة وقوسا والكواكب (١٣) قد (١٤) دارت (١٥) فى فى اختلافها دورة وعادت وسار مركز تدويرها تلك القوس فيكون وسط الشمس مساويا لوسط الكوكب واختلافه ولأن تلك القسى تعلم بالرصد فيكون إذن (١٦) وسط الكوكب

---

(١) سا : رصد
(٢) د : الأول
(٣) سا : الصغير
(٤) سا : من أفق
(٥) سا : غير موجود
(٦) سا : بين السطرين
(٧) سا ، د : الوسط
(٨) سا ، د : مركز
(٩) ب ، ف : تغيرت – وفى د : فقرات
(١٠) ب ، ف : وعادت
(١١) د : ومثل
(١٢) د : توسطها
(١٣) د : والكوكب
(١٤) ب ، سا ، د : غير موجود
(١٥) د : غير موجود
(١٦) سا ، إذ

معلوما وهو ما بين الزائد والناقص وأيضا هو ما تنقسم إليه أيام المدة على عدد العودات للأحوال مبسوطا أجزاء وبقى (١) اختلافه وهو دورة واحدة فى مدة عودة فيها وأما السفليان فلم يكونا يبعدان عن وسط الشمس إلا بمقدار(٢) غاية التعديل (٣) فى الجهتين فعلم أن وسطها (٤) مساو اوسط الشمس وأن (٥) اختلافها بقدر المدة التى يعودان (٦) فيها (٧) إلى حالها (٨) من الرجوع (٩) والوقوف ومن (١٠) الظهور والاستقامة وبالجملة (١١) غاية (١٢) البعد عن الشمس والعود إلى مثله فى تلك (١٣) الدرج بأعيانها وهذا بالجليل من النظر ووجدوا زحل (١٤) يستكمل فى الاختلاف سبعا (١٥) وخمسين دورة فى سبع (١٦) وخمسين سنة شمسية ويوم ونصف وربع يوم (١٧) يبقى لوسطه دورتان وجزء واحد وثلثا (١٨) جزء وجزء (١٩) وجزء من لـ فيكون (٢٠) المسيران مساويين (٢١) لمسير الشمس والمشترى فى (٢٢) ٧١ سنة إلا أربعة أيام ونصفا (٢٣) وثلثا (٢٤) وجزء (٢٥) من

(١) سا ، د : ويبقى
(٢) سا : بتقدير
(٣) د : ولتعديل
(٤) سا : وسطها
(٥) د : وإن وإن
(٦) سا ، د : يعود
(٧) سا ، د : فيه
(٨) د : إلى حاله — وفى سا : من الرجوع وفوقها كلمة مؤخر
(٩) سا : إلى حاله وفوقها كلمة مقدم
(١٠) د : من
(١١) ف : وما يجمله — وفى سا : أو بالجملة
(١٢) سا : غاية ويكون — وفى هامش ط : ويكون
(١٣) ف : فى الهامش
(١٤) سا : الزحل — وفى د : لزحل
(١٥) سا ، د : سبعة
(١٦) سا : تسع — فى د : تسعة
(١٧) [ويوم ونصف وربع يوم] : غير موجود فى ف ، سا ، د
(١٨) ط : وثلثى
(١٩) [وجزء واحد وثلثا جزء] : غير موجود فى سا ، د
(٢٠) سا ، د : ليكون
(٢١) سا ، د : مساوية
(٢٢) سا ، د : عا
(٢٣) ط ، سا ، د : ونصف
(٢٤) ط ، سا ، د : وثلث
(٢٥) ف : جزءا — وفى سا ، د : وجزء

١٤ جزء (١) من يوم خمسا وستين دورة (٢) فى الاختلاف يبقى (٣) الوسط (٤) بالعودات إلى المنقلبين ستة أدوار إلا أربعة أجزاء ونصفا وثلثا (٥) والمريخ (٦) سبعا وثلاثين دورة فى تسع وسبعين سنة شمسية وثلاثة أيام وسدس وجزء من ٢٥ (٧) من يوم فيبقى (٨) للوسط (٩) اثنتان (١٠) وأربعون دورة وثلاثة أجزاء وعشر (١١) دقائق ثم وجدوا عودة الزهرة فى الاختلاف تستكمل خمسين منها فى ثمانى (١٢) سنين (١٣) إلا يومين وربعا وجزءا (١٤) من عشرين جزءا (١٥) من يوم ولعطارد مائة وخمسا (١٦) وأربعين دورة (١٧) فى ست وأربعين سنة ويوم واحد (١٨) وجزء من ٣٥ (١٩) من يوم (٢٠) وأما وسطها فمثل أدوار الشمس بالوسط بسطوا (٢١) أزمان (٢٢) العودات فى الوسط والاختلاف سنين (٢٣) وشهورا وأياما (٢٤)

(١) ف : من ٤ أجزاء — وفى سا ، د : من خمسة عشر
(٢) د : ودورة
(٣) د : ويبقى
(٤) سا ، د : للوسط
(٥) ب : وثلث — وفى سا ، د : وربع
(٦) سا ، د : وللمريخ
(٧) سا ، د : عشرين
(٨) سا ، د : يبقى
(٩) سا : وسطه — وفى د : وسط
(١٠) ب ، سا ، د : اثنان
(١١) ب : وعشرة
(١٢) ف ، سا ، د : ثمان
(١٣) سا ، د : وستين
(١٤) سا : وربع جزء
(١٥) سا ، د : غير موجود
(١٦) سا ، د : وخمسة
(١٧) سا ، د : غير موجود
(١٨) سا ، د : غير موجود
(١٩) سا ، د : ثلاثين
(٢٠) [من يوم] : غير موجود فى سا ، د
(٢١) سا : توسطوا
(٢٢) ب ، د : زمان
(٢٣) سا : سنينا
(٢٤) سا : وايام

وساعات وأجزائها وكان(1)هذا بالمنظر (2) الجليل مبنيا (3) على اختلاف واحد(4) فقط ورسموا لذلك جداول لكل كوكب الأول من الجداول للسنين المجموعة والثانى(5) للأجزاء (6) فى الطول(7) ويتصل به فى العرض الثالث (8) لأجزاء الاختلاف ثم رسم (9) جدولا للسنين المفردة على قياس ذلك فى ثمانية عشر(10) سطرا و رسم خلفه جدولا للساعات ثم جدولا (11) للشهور ثم للأيام.

فصل

فيما يحتاج إلى تقديمه فى أمر الأصول التى يعمل عليها فى الكواكب الخمسة (12)

فلما وضع هذه الأشياء وضعا على الجليل (13) من الأمر (14) قال (15) إنا نجد للكواكب المتحيرة على ما مضى ذكره اختلافين (16) أحدهما بالقياس إلى الشمس وهو أشكالها (17) عند الشمس بحسب المقاطرات (18) والظهور والاختفاء

---

(1) سا : فكان

(2) سا ، د : بالنظر

(3) ب ، ف : مبينا

(4) سا ، د : فى السنين

(5) سا ، د : غير موجودة

(6) سا ، د : لأجزاء

(7) سا ، د : غير موجود

(8) سا ، د : غير موجود

(9) سا : رسما

(10) سا : يح — وفى د : لح

(11) د : جداول

(12) [فصل فيما يحتاج إلى تقديمه فى أمر الأصول التى يعمل عليها فى الكواكب الخمسة] : غير موجود فى سا ، د

(13) سا ، د : الأمر الجليل

(14) (من الأمر) : غير موجود فى سا ، د

(15) سا ، د : فقال

(16) سا ، د : اختلافان

(17) سا ، د : أشكاله

(18) سا ، د : المناظرات

والوقوف والرجوع ويحدث كل واحد من هذه الأحوال للكوكب[١] العلوى مع الشمس شكلا [٢] ما من [٣] مقابلة وتسديس وتربيع وتثليث وغير ذلك والآخر [٤] بالقياس إلى أجزاء فلك البروج أما [٥] الأول فأن يرصد الكوكب وهو على ابتداء تغير حال ما من الوقوف والظهور والرجوع والاستسرار[٦] وغير ذلك وتحصل [٧] من [٨] جهة موضع الشمس ويحصل [٩] من [١٠] البعد بينها درجة الكوكب ثم تحصل المدة بين كل حال [١١] ويحصل جزؤه[١٢] من البروج بتحصيل البعد بينه وبين الشمس ثم إذا عاود [١٣] إلى حاله فى الرصد الأول عندما يرصده من رأس [١٤] نفعل ذلك ما أمكننا[١٥] ولما رصدنا هذا الرصد الأول وأحكمنا الأرصاد واعتبرناها وتعرفنا نتائجها على ما نذكر[١٦] صح أن سطح [١٧] الفلك الخارج المركز فى [١٨] المتحيرة غير ساكن بل متحرك مثل [١٩] حركة الثوابت [٢٠] كل مائة سنة درجة واحدة حول مركز البروج

---

(١) سا ، د : الكواكب
(٢) سا ، د : شكل
(٣) د : بين
(٤) سا : بحسب – وفى د : والأخر بحسب
(٥) سا : وأما – وفى د : فأما
(٦) سا ، د : والاستتار
(٧) سا : مكررة
(٨) ف : غير موجود – وفى ه : بين السطرين
(٩) سا : وبتحصيل
(١٠) سا ، د : غير موجود
(١١) سا : واحد
(١٢) ه ، ف : جزء
(١٣) سا ، د : عاد
(١٤) سا ، د : الرأس
(١٥) سا ، د : ما أمكن
(١٦) سا : مايذكر
(١٧) سا : غير موجود
(١٨) سا : من
(١٩) سا : منه
(٢٠) سا : الكواكب الثابتة

ولذلك لا تكون أبعاد الأوج والحضيض عن النقط الأربع [١] ثابتة [٢] بل متغيرة[٣] منتقلة بانتقال هذا السطح وصح أيضا أن مركز فلك التدوير ليس يتحرك حركاته[٤] المستوية[٥] أعني القاطعة[٦] في أزمان سواء قسيا سواء والفاعلة في أزمان سواء زوايا عند المركز سواء[٧] تحركا يكون بالقياس إلى الخارج المركز الحامل له بل[٨] بالقياس[٩] إلى فلك آخر خارج المركز غير[١٠] هذا الفلك الحامل ومساويا له وليس مركز التدوير عليه ولكن الزوايا التي نفعلها عند مركزه[١١] في أزمنة سواء تكون سواء وقسي تلك الزوايا قسيا سواء ويسمى الفلك المعدل للمسير ووجد[١٢] مركز المعدل على الخط المار بالأوج والحضيض ولو وقع خارجا عنه لكان زمان مسير التدوير من[١٣] أوج الحامل إلى حضيضه في جهة المركز أعظم من الزمان الذي من الحضيض إلى الأوج إذ مجموع الزوايا الواقعة في جهة المركز يكون أكبر[١٤] ووجد[١٥] مركز[١٦] الحامل [١٧] فيما خلا عطارد واقعا على منتصف الخط الذي بين مركز المعدل[١٨] ومركز البروج وأما في عطارد فخارجا عن المركزين إلى الأوج بينه وبين مركز

---

(١) سا : الأول
(٢) سا : ثوابت
(٣) د : متغير
(٤) سا : حركته
(٥) د : المنسوبه
(٦) سا ، د : المقاطعة
(٧) ب : في الهامش
(٨) سا : غير موجود
(٩) ف : القياس
(١٠) سا : عن
(١١) ب : مركز ه
(١٢) سا : ووجدوا
(١٣) سا ، د : على
(١٤) سا : اكثر
(١٥) سا : ووجدوا
(١٦) في هامش ب : فيه خلل
(١٧) سا ، د : المعدل — وفي ب : المعدل وبين السطرين (الحامل)
(١٨) سا ، د : الحامل — وفي ب : الحامل وبين السطرين (المعدل)

المعدل (١) نصف ما بين مركز (٢) لحامل (٣) والبروج بالتقريب ووجد سطح الفلك الحامل (٤) لعطارد ينتقل إلى المغرب فى كل سنة دورة واحدة فينقل الأوج والحضيض ولذلك (٥) يوجد مركز التدوير على حضيضه مرتين فى السنة (٦) كما للقمر مرتين فى الشهر على (٧) ما تزيده شرحا وسوف يبين بعد أن سطح الفلك الحامل مائل على سطح البروج وأن سطح التدوير مائل عن سطح الخارج (٨) إلا أنا نفرضه فى هذا الوقت (٩) كأن السطحين جميعا فى سطح فلك البروج لأن التفاوت الذى يقع بين الأمرين فى الحساب قريب جدا كما بينه وفى (١٠) مراعاة هذا الميول (١١) صعوبة وتطويل فى (١٢) الحساب (١٣) مع قلة غناء (١٤) ونزارة وتفاوت(*) .

---

(١) ب : الحامل وبين السطرين (المعدل)

(٢) [المعدل ومركز البروج وأما فى عطارد فخارجا عن المركزين إلى الأوج بينه وبين مركز المعدل نصف مابين مركز] : غير موجود فى سا — وفى د : [المعدل نصف مابين مركز] غير موجود

(٣) ب : الحامل وبين السطرين المعدل

(٤) سا ، د ، : الخارج المركز — وفى ب : الخارج وبين السطرين (الحامل)

(٥) ب ، سا : فلذلك

(٦) سا : للسنة

(٧) سا ، د : وعلى

(٨) د : الخارج المركز

(٩) سا : غير موجود

(١٠) د : ف

(١١) سا : المثول

(١٢) سا ، د : غير موجود

(١٣) سا ، د : حساب

(١٤) ف ، سا : عناء

(*) حركات الكواكب :

وضع القدماء أنظمة لحركات الكواكب تختلف عما وضعوه لحركات الشمس والقمر وذلك لمسايرة أرصادهم لتلك الكواكب . وقد توصلوا فى هذا الصدد إلى نظام واحد يشمل الكواكب الأربعة الزهرة والمريخ والمشترى وزحل ونظاما آخر ينفرد به كوكب عطارد وذلك بفرض جميع المهارات واقعة فى مستوى البروج

نظام الكواكب الأربعة :

١ — يتحرك مركز التدوير على دائرة تسمى الحامل .

فصـــل

فى أصناف الأصول التى يعمل عليها وفصولها (١)

وقد رسم بطليموس شكلين أحدهما لهيئة أفلاك الأربعة والثانى لعطارد يفهم منهما(٢) ما قال ونحن (٣) طرحناهما استغناء بما أوضحناه (٤) جملة ثم بين أن الكوكب إذا اتفق لها تعديلان من جنبتى الأوج على قوسين متساويتى (٥) البعد منه بالوسط كانا قوسين متساويتين(٦) سواء كان تعديلا مفردا أو اختلط (٧) التعديلان بعد أن يكون قوسا التدوير متشابهين(٨) وأن أعظم التعديل فيهما(٩) متساويين (١٠) وبين ذلك فى الكواكب الأربعة دون عطارد فله حكم آخر ووجه هذا الباب فيها (١١)

---

٢ — هذه الحركة غير منتظمة بالنسبة لمركز الحامل ولكنها منتظمة بالنسبة لمركز دائرة أخرى تسمى الفلك المعدل للمسير

٣ — دائرة الحامل تساوى دائرة المعدل

٤ — مراكز البروج والحامل والمعدل تقع على خط مستقيم بحيث يكون مركز الحامل فى منتصف المسافة بين مركزى البروج والمعدل

حركات عطارد :

تشبه نظام حركات الكواكب الأربعة فى أن مركز التدوير يتحرك على دائرة الحامل وأن هذه الحركة غير منتظمة بالنسبة لمركز الحامل ولكنها منتظمة بالنسبة لمركز المعدل وكذلك دائرة الحامل تساوى دائرة المعدل

أما الاختلاف بين النظامين هو أن مركز الحامل لايقع بين مركزى البروج والمعدل وإنما يدور فى دائرة صغيرة مركزها نقطة بين مركز المعدل وبين الأوج ويكون اتجاه حركته عكس حركة مركز التدوير وبسرعة مساوية اه

(١) (فصل فى أصناف الأصول التى يعمل عليها وفصولها) : غير موجود فى سا ، د

(٢) ف : ففهم فيهما — وفى سا : فيفهم فيهما — وفى د : فيفهم فيها

(٣) ف : بين السطرين

(٤) سا : ذكرناه وأوضحناه

(٥) سا ، د : متساوى

(٦) سا ، د : متساويين

(٧) ف : خلط

(٨) ف : متساويتين وفى الهامش (متشابهتين)

(٩) سا : فيها — وفى د : فيها

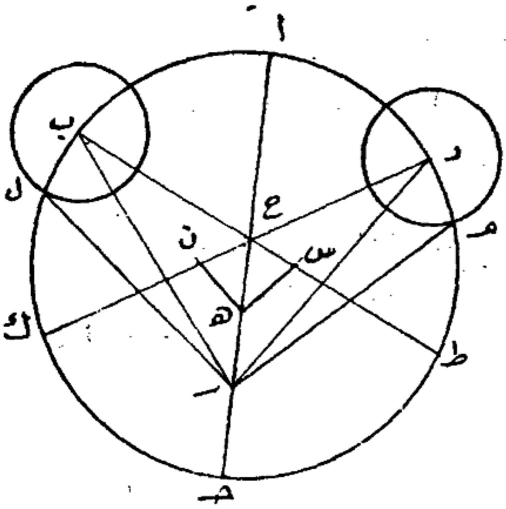
(١٠) سا ، د : متساو

(١١) ف : فيهما — وفى سا ، د : فيه

ليكن أ ب حـ د للحامل (١) حول هـ و قطر (٢) أ هـ حـ و : ر مركز البروج و : ح مركز الخارج المعدل وليكن (٣) د ، ب بعدها من (٤) الأوج سواء وعليها (٥) فلكا (٦) تدوير متساويان (٧) ولنخرج د ح إلى ك و : ب ح إلى ط ولنصل د ر ، ب ر وتخرج ر م ، ر ل مماسين للتدويرين فأقول إن زاويتى فضل الاختلاف الثانى وهما ح ب ر (٨) ، ح د ر (٩) متساويتان وكذلك ب ر ل ، د ر م اللتان (١٠) لأعظم تعديل التدوير ولنخرج من هـ عمود هـ س (١١) على ب ح (١٢) و : هـ ن (١٣) على د ح (١٤) فلأن زاويتى أ ح د ، أ ح ب متساويتان لأنهما على بعد من الأوج سواء وعلى مركز المعدل فيكون فى (١٥) مثلثى س ح هـ (١٦) ، ن ح هـ (١٧) زاويتا س ح هـ ، ن ح هـ (١٨) متساويتين وزاويتا س : ن قائمتان فمثلثا س ح هـ ، ن ح هـ (١٩) متشابهان متساويان (٢٠) لأن هـ ح (٢١) مشترك فعمودا

(١) سا ، د : الحامل أ ب حـ د
(٢) د : وقطره
(٣) ف : ولكن
(٤) سا : أ
(٥) ب ، د : عليها
(٦) ب : بين السطرين
(٧) د : متساويين
(٨) د : حـ ب ر
(٩) ف : ح ب ، ر ح ، در — وفى د : ح هـ ر
(١٠) ب : التين — وفى سا ، د : الذى
(١١) سا : س — وفى د : غير واضح
(١٢) سا ، د : د ح
(١٣) سا ، د : هـ ر
(١٤) سا ، د : ب ح
(١٥) سا ، د : من
(١٦) سا : س حـ — وفى د : س حـ هـ
(١٧) سا : هـ حـ ر — وفى د : هـ حـ
(١٨) سا : هـ ح — وفى د : ح هـ ر
(١٩) د : هـ ح ر — وفى سا : (متساويتين وزاويتا س ، ن قائمتان فمثلثا س ح هـ ، ن ح هـ) غير موجود
(٢٠) سا ، د : ومتساويان
(٢١) ف : ح هـ

هـ س ، هـ ن (١) متساويا ن وهما على خطى ب ط ، د ك فخطا ب ط ، د ك متساويان (٢) ونصفاهما د ن ، ب س (٣) متساويان ينقص منهما (٤) ح س ، ح ن (٥) المتساويان فيكون ب ح ، د ح متساوين (٦) و : ح ر (٧) مشترك وزاويتا د ح ر ، ب ح ر متساويتان (٨) ف : د ر ، ب ر متساويان ويلزم



شكل (١٢٦)

أن تكون زاويتا د ، ب متساويتين (٩) وأيضا خطا در ، ب ر (١٠) وخطا د م ، ب ل متساويان وزاويتا ل ، م قائمتان فالمثلثان وسائر الزوايا متساويات (١١) فزاويتا

---

(١) د : هـ ر — وفى سا : فعمود ا هـ س ، هـ ن
(٢) [وهما على خطى ب ط ، د ك فخطا ب ط ، د ك متساويان] : فى هامش ب
(٣) ب : د س ، ب س
(٤) سا ، د : يزاد عليهما — وفى هامش ب : يزاد عليهما
(٥) د : ع ر
(٦) (فيكون ب ع ، د ع متساوين) : غير موجود فى د
(٧) سا : و : ع
(٨) سا : متساويان
(٩) ب ، د : متساويتان
(١٠) ف : در ، ب ذ
(١١) سا : متساويان — وفى د : متساويتان

د ر م ، ب ر ل (١) متساويتان (*) وأما البيان الخاص لعطارد (٢) فليكن أ ب حـ ع (٣)

---

(١) د : و ر م ، ب ر ن

(*) إذا أخذنا نقطتين على جانبى الأوج تعملان زاويتين متساويتين عند مركز الخارج المعدل فإن فصل الاختلاف الثانى (الزاوية التى يعملها البعد بين مركزى البروج والمعدل عند مركز التدوير)
يكون واحدا عند النقطتين وكذلك أعظم تعديل التدوير أو أعظم التعديل (الزاوية عند مركز البروج بين المماس للتدوير والخط الواصل إلى مركز التدوير) .

البرهان فى حالة الكواكب الأربعة (الزهرة والمريخ والمشترى وزحل) :

نفرض ا ب حـ د الحامل ومركزه هـ وليكن مركز البروج ر ومركز الخارج المعدل ع (شكل ١٢٦) .

ونفرض أن مركزى التدوير هما ب ، د على بعدين متساويين من الأوج ا أى أن ب عْ ا = د عْ ا

والمطلوب اثبات أن :

اولا ع بْ ر = ع دْ ر

ثانيا ب رْ ل = د رْ م حيث ر ل ، ر م مماسان للتدويرين

نمد ب ع ، د ع ليقابلا محيط الحامل فى ط ، ك ونترل العمودين هـ س ، هـ ن على ب ع ، د ع

∵ ب عْ ا = د عْ ا فرضا ، ب عْ ك = د عْ ط بالتقابل بالرأس

∴ ك عْ ر = ط عْ ر

وفى المثلثين ن ع هـ ، س ع هـ : نْ = سْ = ٩٠° ، ن عْ هـ = س عْ هـ ، ع هـ مشترك

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن :

هـ ن = هـ س ، ع ن = ع س

، ∵ هـ ن ، هـ س عمودان من مركز الدائرة على الوترين د ك ، ب ط

∴ د ك = ب ط ∴ ½ د ك = ½ ب ط أى د ن = ب س

وبطرح ع ن من د ن ، ع س من ب س ينتج أن

د ع = ب ع

والآن فى المثلثين ب ع ر ، د ع ر : ب ع = د ع ، ع ر مشترك ، ب عْ ر = د عْ ر

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن ع بْ ر = ع دْ ر وهو المطلوب أولا

كما ينتج ايضا من التطابق أن ب ر = د ر

وفى المثلثين ب ر ل ، د ر م : ب ر = د ر ، ب ل = د م ، لْ = مْ = ٩٠°

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن ب رْ ل = د رْ م وهو المطلوب ثانياً

(٢) سا ، د : بعطارد .

(٣) سا : خط ا د حـ وفى د : خط ا ب ر .

هو القطر الذى عليه المراكز وليكن أ (١) مركز البروج و : ب مركز المعدل و : ﺤ مركز دائرة تدور مركز دائرة الحامل حولها ولنخرج خطى ب د ، ب ه (٢) إلى التدويرين (٣) على زاويتين متساويتين وخطا (٤) ﺤ ح ، ﺤ ر (٥) لدوران مركز (٦) الحامل إلى المغرب على استواء فى السرعة ومساوية لسرعة التدوير بالقياس إلى مركز المعدل إذ عودتهما (٧) فى سنة واحدة ومعا فتكون (٨) زوايا (٩) ﺤ مساوية لزوايا ب (١٠) وذلك لأن خطى ﺤ ح ، ب د (١١) كانا معا منطبقين على قطر أ ب ﺤ ع (١٢) فتحرك ح ﺤ (١٣) إلى جهة و : ب د (١٤) إلى ضدها فأحدثا (١٥) زاويتين (١٦) متساويتين فزاوية د ب ﺤ (١٧) مساوية لزاوية ح ﺤ ع (١٨) وليكن من ذلك الجانب مثل ذلك حتى يكون وضع فلك التدوير فى الجانبين واحدا وتكون زاوية ع ﺤ ر (١٩) مثل زاوية (٢٠) ع ب ه (٢١) فيكون (٢٢) خطا ب د ، ﺤ ر (٢٣) متوازيين

---

(١) سا : أ ب .

(٢) د : ب م ، ب ه .

(٣) سا ، د : التدوير .

(٤) سا : ويكون خط وفى د : وخط .

(٥) ب : بين السطرين — وفى سا ، د : ﺤ ع ، د ع .

(٦) سا : من .

(٧) سا ، د : عودتها .

(٨) ف : فكون .

(٩) ف : زاويتا .

(١٠) سا : د .

(١١) ف : ع ﺤ ، ر د — وفى د : أ ه — وفى سا : ع ل ، أ ه .

(١٢) سا ، د : أ ب ﺤ .

(١٣) سا ، د : ﺤ ل .

(١٤) سا ، د : أ ه .

(١٥) سا ، د : غير موجود .

(١٦) سا ، د : بزاويتين .

(١٧) ف : د ب ع — وفى سا ، د : ذ ب ﺤ .

(١٨) ب : و ﺤ ع — وفى سا ، د : ر ﺤ ع .

(١٩) سا ، د : ﺤ ﺤ ع .

(٢٠) سا ، د : غير موجود .

(٢١) ب ، سا ، د : ر ﺤ ع .

(٢٢) ب : يكون .

(٢٣) سا ، د : ه ب ، ﺤ ع .

و : ب ه ، حـ ح (١) متوازيين وليكن مركز الحامل على خط حـ ح (٢) هو ك وعلى خط (٣) حـ ر هو ط ولنصل ب ك ، ب ط (٤) وأيضا ك ه ، ط د و : أ ه ، أ د ويماسا (٥) أ م ، أ ل (٦) ونخرج (٧) من نقطة حـ على خطي (٨) ب ه ، ب د (٩) عمودي حـ ن ، حـ س (١٠) ومن نقطة د على خط حـ ر (١١) عمود د ر ومن ه على حـ ح عمود ه ح ونخرج عمودي ه م ، د ل على أ م ، أ ل (١٢) فيقعان على (١٣) المماسين لا محالة وزاويتا ب ، ن من مثلث حـ ب ن مساويتان لزاويتي ب ، س من مثلث حـ ب س (١٤) وضلع حـ ب مشترك فخطا حـ س ، حـ ن (١٥) متساويان بل خطا ر د ، ه ح المتوازيان لهما لأن زاويتي (١٦) ح ، س من كل واحد (١٧) منها قائمة تصير كل واحدة من الأربعة التي بين متوازيين قائمة فيصير ه ح ، س حـ (١٨) متوازيين وكذلك (١٩) في الجانب الآخر وخطا (٢٠) د ط ،

---

(١) سا : ب د ، ع ر — وفي د : ب د ، حـ ر .

(٢) في هامش ب : عند الدور — وفي سا : د ح عند الدور — وفي د : د ع عند التدوير .

(٣) د : غير موجود .

(٤) ف : ر ك ، ب ط .

(٥) ف : ويماسا .

(٦) سا ، د : بدلا من عبارة [ب ك ، ب ط وأيضا ك ه ، ط د و : أ ه ، أ د ويماسا أ م ، أ ل] يوجد عبارة [أ د ، أ ه ويماس أ م ، أ ل ولنصل ب ط ، ب ك ، ط ر ، ك ه] .

(٧) سا ، د : ولنخرج .

(٨) د : خط .

(٩) سا : ب ه ، ر د .

(١٠) د : حـ ق ، ع س .

(١١) سا : د ر .

(١٢) د : غير موجود .

(١٣) سا : على أ ، م أ ن — وفي د : على أ ، م .

(١٤) سا ، د : ب ه س .

(١٥) سا : ع ر — وفي د : ع ق .

(١٦) سا ، د : زاوية .

(١٧) سا : واحدة .

(١٨) ف : فيصيره ع ، س حـ — وفي د : ه ع ، س ع — وفي سا : غير واضح .

(١٩) ف : ولذلك .

(٢٠) د : وخط .

ك ه (١) الخارجان من مركز الحامل إلى مركز التدوير متساويان و : ر د ، ه ح متساويان (٢) وزاويتا ر ، ح قائمتان تكون زاوية د ط ر مساوية لزاوية ه ك ح ولأن خطى ط ح ، ح ب مساويان لخطى ك ح ، ح ب (٣) لأن خط ح ط بعد ما بين مركز الحامل ومركز الدائرة التى عليها تدور وهو بعينه ح ك(٤) وزاوية ط ح ب مساوية لزاوية ك ح ب (٥) فتكون زاوية ح ك ب(٦) مثل زاوية (٧) ح ط ب(٨) وكانت زاوية ح ك ه (٩) مثل زاوية ر ط د (١٠) تبقى زاوية (١١) ب ط د مساوية لزاوية ب ك ه وضلعا ه ك ، ك ب(١٢) كل (١٣) مساو لنظيره من ضلعى د ط ، ط ب (١٤) فتكون قاعدتا ب د ، ب ه متساويتين(١٥) و : ب أ (١٦) مشترك وزاويتا ب متساويتان تكون زاويتا ب ه أ ، ب د أ التعديلان (١٧) متساويتين (١٨) وقاعدتا (١٩) د أ ، أ ه(٢٠) متساويتان (٢١) ولأن د أ ، أ ه و : د ل ،

---

(١) د : د ط مكررة .

(٢) [و : ر د ، ه ح متساويان] : غير موجود ق د .

(٣) سا ، د : ك ح ، ب ح .

(٤) سا ، د : ح ك .

(٥) ف : ك ح ب – وفى سا ، د : [وزاوية ط ح ب مساوية لزاوية ك ح ب] غير موجود .

(٦) ف : ك ب – وفى سا ، د : ح ك ب

(٧) ف : غير موجود .

(٨) سا : ح ب ط – وفى د : ح ط ب .

(٩) ف : ح ك ه – وفى سا : ح ك ب .

(١٠) سا : ا د ط .

(١١) [ر ط د تبقى زاوية] : غير موجود ق د .

(١٢) ف : ه ك ، ك ه – وفى سا ، د : ه ك ، ك ح .

(١٣) سا : غير موجود .

(١٤) ف : د ط ، ط ر – وفى سا ، د : د ط ، ط ح

(١٥) سا : متساوين .

(١٦) سا : و : ب ، ا .

(١٧) سا : البعديلان .

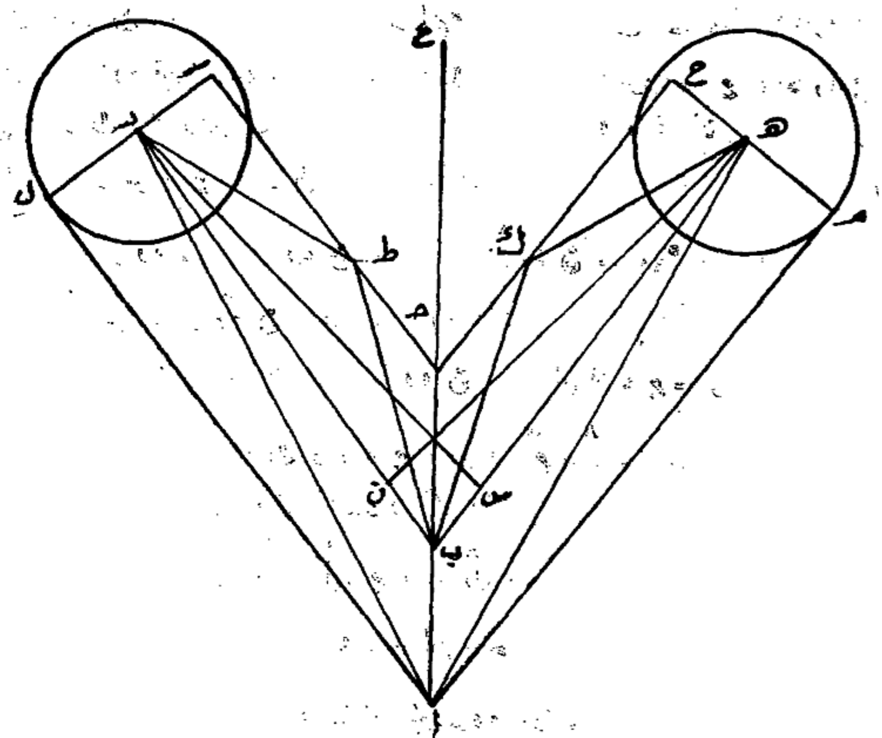
(١٨) ب : متساويتان – وفى د : متساوين .

(١٩) سا : وزاويتا .

(٢٠) [د ا ، ا ه] : غير موجود ق سا .

(٢١) ف : مساويتان – وفى د : متساويتين .

هـ م (١) كل مثل نظيره وزاويتا ل ، م (٢) قائمتان تكون زاويتا هـ أ م ، د أ ل اللتان(٣) لكل التعديل متساويتين(*) .



شكل (١٢٧)

---

(١) سا : د ا هـ ، ر د ل .
(٢) [كل مثل نظيره وزاويتا ل ، م] : غير موجود في سا
(٣) سا : اللتين
(*) برهان النظرية السابقة في حالة عطارد :

نفرض أن المستقيم ا ب ح ع هو الذي عليه المراكز حيث ا مركز البروج ، ب مركز المعدل ، ح مركز الدائرة التي يدور حولها مركز الحامل . وليكن التدويران مركزاهما هـ ، د يعملان زاويتين متساويتين عند مركز المعدل ب أي أن ع ب̂ هـ = ع ب̂ د (شكل ١٢٧) والمطلوب إثبات :

أولا ا هـ̂ ب = ا د̂ ب

ثانياً هـ أ̂ م = د أ̂ ل حيث ا م ، ا ل مماسين للتدويرين

نفرض أن ط مركز الحامل عندما كان مركز التدوير عند هـ وأن ك مركز الحامل عندما كان مركز التدوير عند د . وحيث أن سرعتي مركزي الحامل والتدوير متساويتان ومتضادتان .

∴ ع ح̂ ط = ع ب̂ هـ ، ع ح̂ ك = ع ب̂ د

لكن ع ب̂ هـ = ع ب̂ د فرضا

∴ ع حـ̂ ط = ع حـ̂ ك ويكون حـ ك ب هـ ، حـ ط ب د

فإذا وصلنا ب ك ، ب ط ، ك هـ ، ط د وانزلنا العمودين هـ ع ، د ر على امتدادى حـ ك ، حـ ط والعمودين حـ س ، حـ ن على ب هـ ، ب د نجد أن

الشكلين حـ س هـ ع ، حـ ن د ر مستطيلان

فى المثلثين حـ ب س ، حـ ب ن : س̂ = ن̂ = ٩٠°

، حـ ب̂ س = حـ ب̂ ن فرضا ، حـ ب مشترك

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن حـ س = ب ن أى أن هـ ع = ر د .

وفى المثلثين هـ ك ع ، د ط ر : هـ ع = ر د ، ع̂ = ر̂ = ٩٠° ، هـ ك = د ط لأن كلا منها يساوى البعد بين مركز التدوير ومركز الحامل .

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن هـ ك̂ ع = د ط̂ ر .

وفى المثلثين حـ ك ب ، حـ ط ب : حـ ك = حـ ط لأن كلا منهما يساوى نصف قطر الدائرة التى يدور حولها مركز الحامل ، حـ ب مشترك ، ك حـ̂ ب = ط حـ̂ ب (لأن ع حـ̂ ك = ع حـ̂ ط)

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن حـ ك̂ ب = حـ ط̂ ب .

∴ حـ ك̂ ب + هـ ك̂ ع = حـ ط̂ ب + د ط̂ ر .

أى أن ب ك̂ هـ = ب ط̂ د .

وفى المثلثين ب ك هـ ، ب ط د : هـ ك = ط د ، ب ك = ب ط ، ب ك̂ هـ = ب ط̂ د

∴ ينتج من انطباق المثلثين أن ب هـ = ب د .

وفى المثلثين ب هـ ا ، ب د ا : ب هـ = ب د ، ب ا مشترك ، هـ ب̂ ا = د ب̂ ا

(لأن ع ب̂ هـ = ع ب̂ د فرضا)

∴ ينتج أن ا هـ̂ ب = ا د̂ ب وهو المطلوب أولا .

وكذلك ينتج من التطابق أن ا هـ = ا د .

والآن فى المثلثين ا هـ م ، ا د ل : ا هـ = ا د ، هـ م = د ل ، م̂ = ل̂ = ٩٠°

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن هـ ا̂ م = د ا̂ ل وهو المطلوب ثانيا .

فصـــل

فى معرفة أبعد البعد لعطارد والزهرة(1)

أما السبيل الذى استخرج(2) به أوجات الأفلاك الحاملة إما (3) لعطارد والزهرة فهى إنها لما كان مركز فلك تدويرهما يتحرك مع سط الشمس وكانا لا يبعدان عن الشمس إلا غاية التعديل الأول ثم وجب أن يرجعا إليها ويقارباها ثم يجوزاها(4) ثم ينتهيا إلى غاية التعديل الأعظم ثم يرجعا(5) إليها وهذا(6) دائما ولما كان فلك تدويرها(7) على فلك خارج(8) المركز كما تبين(9) فليس يمكن أن يكون التعديل الأول فى جميع الأجزاء سواء لأنه(10) إذا كان فى ناحية الحضيض من الحامل كان أقرب إلى البصر فكانت (11) زاوية التعديل (12) أكبر(13) فرئى(14) مقدار القوس التعديلية أعظم وإذا كان فى ناحية الأوج كان(15) أبعد(16) فرئى(17) أصغر ولما كان أحد نصفى(18) فلك(19) التدوير إلى الأوج من الحامل والآخر إلى الحضيض ورئى أحد بعديه عن الشمس الذى يلى الأوج أكبر والآخر أصغر فإذا وجد لأحد هذين(20) الكوكبين فى

---

(1) [فصل فى معرفة أبعد البعد لعطارد والزهرة] : غير موجود فى سا ، د .

(2) ف : به استخرج .

(3) سا : وأما .

(4) د : بجوارها .

(5) سا : نرجعا .

(6) سا ، د : غير موجود

(7) سا ، د : تدويرها .

(8) سا : الفلك الخارج – وفى د : فلك الخارج .

(9) [كما تبين] : غير موجود فى سا – وفى د : كما بين .

(10) ب ، ف : إلا أنه .

(11) سا ، د : فكان .

(12) د : غير موجود .

(13) ف : أكثر .

(14) ف : فترى .

(15) [فى ناحية الأوج كان] : غير موجود فى سا ، د .

(16) سا ، د : أبعد كان أصغر .

(17) ف : فترى .

(18) فى هامش ب : قطر .

(19) سا ، د : قطر .

(20) د : هندين .

الأرصاد بعدان عظيمان مسائى وصباحي متساويان فى موضعين مختلفين من الفلك علم أن مركز التدوير كان فى الوقتين على بعد سواء عن الأوج أو الحضيض (١) وأنه (٢) إذا نصف ما بين موضعيها عند البعدين المتضادين كان عنده موقع الخط المار بالأوج والحضيض فلما كان الأمر هكذا طلب بطليموس لعطارد أولا أرصاد البعدين صباحى ومسائى متساويين ليأخذ (٣) منتصف (٤) ما بينهما فيعلم (٥) موضع البعدين المختلفين فذكر رصدا لغاية بعد مسائى (٦) كان أحدا (٧) وعشرين جزءا وربعا (٨) إذ كان هذا بعد درجة الكوكب المرصودة عن وسط الشمس المحسوب . وذلك لأن الكوكب كان بالقياس الى الدبران (٩) على جزء واحد من الحوت وكان تاريخ الوقت يوجب أن يكون وسط الشمس على تسعة أجزاء ونصف وربع من الدلو وبينهما أحد وعشرون (١٠) جزءا وربع (١١) ورصدا قريبا من الأول لغاية البعد الصباحى مساويا له كان موضع الكوكب فيه على ثمانية عشر جزءا ونصف وربع من الثور ووسط السماء على (١٢) عشرة أجزاء من الجوزاء والمتوسط بين الموضوعين المرصودين للكوكب هو عشرة أجزاء غير ثمن جزء (١٣) من الحمل أو الميزان (١٤) فعليها إذن يقع (١٥) القطر المار بالبعدين المختلفين وأيضا رصد غاية (١٦) بعد مسائى

(١) سا ، د : والحضيض .
(٢) سا : فإنه .
(٣) ف : لنأخذ .
(٤) ف : منصف .
(٥) سا ، د : فيعرف
(٦) سا ، د : المسائى .
(٧) ب ، د : أحد — وفى سا : إحدى .
(٨) ب : وربع — وفى سا ، د : وربع جزء .
(٩) [إلى الدبران] : غير موجود فى سا .
(١٠) ف ، سا ، د : وعشرين .
(١١) سا : وربع جزء — وفى د : غير موجود .
(١٢) [ثمانية عشر جزءا ونصف وربع من الثور ووسط السماء على] : فى هامش ب — وفى ف ، سا ، د : غير موجود .
(١٣) [غير ثمن جزء] : غير موجود فى سا ، د .
(١٤) سا ، د : والميزان .
(١٥) سا : وقع .
(١٦) د : لغاية .

فكان سنة وعشرين جزءا ونصفا.[1] والكوكب على سبعة [2] أجزاء من السرطان والرصد الآخر[3] قريبا منه صباحيا ومساويا له[4] والكوكب على ثلاثة عشر جزءا ونصف من الجدى والمتوسط بينهما بالتقريب ذلك بعينه فهذا مارصده بطليموس وقابل بذلك أرصادا قديمة[5] فذكر رصدين صباحيا ومسائيا متقاربين ورصدين آخرين مثل ذلك[6] يوجب أن يكون هذا القطر على ستة من الحمل أو[7] الميزان فالتفاوت إذن بين مقتضى الأرصاد القديمة والقريبة أربع درجات والمدة بينهما قريب [8] من أربع مائة سنة فقد ظهر إذن[9] أن الأوج والحضيض ينتقل أربع درجات فى[10] أربع مائة سنة كل درجة فى مائة سنة قريبا مما وجد للثابتة[11] .

فصل

فى أن عطارد يكون على أقرب قربه فى الدورة الواحدة مرتين[12]

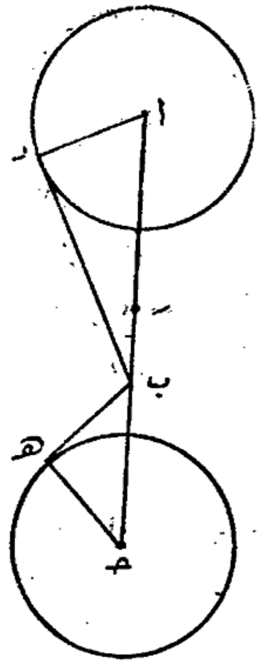
ولما[13] رصد أرصادا وجد غايات الأبعاد التى تقع ومركز التدوير أعنى وسط الشمس على قريب من عشرة أجزاء[14] من الحمل أكثر[15] فذكر أنه قد وجد

(١) ف ، سا ، د : ونصف .
(٢) سا ، د : تسعة .
(٣) سا ، د : ورصد آخر .
(٤) سا ، د : مساويا .
(٥) د : قدره .
(٦) سا : من مثل .
(٧) ف ، سا ، د : و .
(٨) سا : قريبة .
(٩) سا : إذا .
(١٠) سا : فى كل .
(١١) سا : الثانية .
(١٢) [فصل فى أن عطارد يكون على أقرب قربه فى الدورة الواحدة مرتين] : غير موجود فى سا ، د .
(١٣) سا : ثم لما .
(١٤) سا : غير موجود .
(١٥) سا : اكبر .

ذلك فى بعض سنى رصده ثلاثا [1] وعشرين جزءا وربعا [2] وفى تلك [3] السنة بعينها ومركز التدوير أعنى وسط الشمس على عشرة أجزاء [4] من الميزان وبجمله تسعة عشر جزءا [5] وجزءا [6] من عشرين من الجزء الواحد [7] فكان [8] الأوج إذن [9] عند الميزان تارة وعلى الحمل أخرى [10] وحصل من هذين الرصدين ومن تحصيل غاية هذين البعدين نسبة نصف [11] قطر التدوير إلى نصف [12] الخط الواصل بين مركزى التدوير وهو على الميزان تارة وعلى الحمل أخرى وبالحقة الخط الواصل بين الأوج والحضيض وبين أن منتصف هذا الخط كم بعده من مركز البروج فليكن ا بحيث عاشر الميزان و : ج [13] بحيث عاشر الحمل فإنه وإن لم يكن الوسط عليهما فى الرصدين فلم يكن يبعد عنهما بما يوجب خلافا يعتد به وعليهما فلكا تدوير ولنصل بينهما القطر و : ب عليه موضع الإبصار [14] ونخرج ب ه، ب د مماسين [15] ولنصل حـ ه، ا د وهما لا محالة عمودان ولأن [16] فضل اختلافى حـ ب ه، أ ب د معلومان بالرصد فزاويتا ب معلومتان [17] وزاويتا د، ه [18] قائمتان تبقى [19] الباقيتان

---

(١) ب، سا : ثلاثة .
(٢) ب : وربع .
(٣) [تلك] : مكرر فى سا .
(٤) سا : غير موجود .
(٥) سا : غير موجود .
(٦) فى هامش ب : وخمسا وعشرين دقيقة .
(٧) سا : [أو خمسا وعشرين دقيقة] بدلا من [وجزءا من عشرين من الجزء الواحد] .
(٨) ف : وكان .
(٩) سا : إذا .
(١٠) [تارة وعلى الحمل أخرى] : غير موجود فى سا .
(١١) سا : ونصف .
(١٢) سا ، نصف قطر .
(١٣) سا : [و : د] .
(١٤) سا : الأرصاد .
(١٥) سا : المماسين .
(١٦) ب ، سا : فلأن .
(١٧) ف : معلومتين .
(١٨) ب : حـ ، ه .
(١٩) سا : يبقى .



شكل (١٢٨)

معلومتين وتصير نسب أضلاع كل واحد من المثلثين معلومة (١) ولأن حـ هـ ، أ د متساويان (٢) تصير (٣) نسب أضلاع كل مثلث إلى المثلث (٤) الآخر معلومة إذا اعتبرت أضلاعها أوتارا في (٥) دائرتين (٦) على المثلثين (٧) وتصير نسبة جميع حـ ا معلومة (٨) فإذا نصف على ر (٩) كان نسبة ب ر (١٠) الفضل معلومة (١١) (*)

---

(١) سا : معلوما . (٢) ف : متساويتان .

(٣) [نسب أضلاع كل واحد من المثلثين معلومة ولأن حـ هـ ، ا د متساويان تصير] : مكرر في سا .

(٤) سا : الميل . (٥) سا : من .

(٦) سا : الدائرتين .

(٧) [تصير نسب أضلاع كل مثلث إلى المثلث الآخر معلومة إذا اعتبرت أضلاعها أوتارا في دائرتين على المثلثين] : في هامش ف .

(٨) سا : معلوما .

(٩) [على ر] : غير موجود في سا .

(١٠) سا : ف د . (١١) سا : معلوما .

(*) تعيين البعد بين مركز البروج ومنتصف خط الأوج والحضيض لعطارد :

في شكل (١٢٨) نفرض ا مركز التدوير عند الأوج ، حـ مركز التدوير عند الحضيض ، ولتكن نقطة ف مركز البروج . نصل ا حـ وننصفه في نقطة ر .

ولا يخلو إما أن تكون نقطة ر مركز الفلك الخارج المركز نفسه أو يكون مركز دائرة (١) إذا توهمنا سطحها (٢) متحركا بحيث يرسم كل واحد من الأوج والحضيض وهما نقطتان لا محالة دائرة (٣) تكون هذه النقطة مركزها ولو كان الصحيح هو القسم الأول لكان التعديل المرئى لا يرى أعظم مما يرى عند حـ ولكان لاخط أقصر من خط ب حـ أعنى من الخطوط التى يكون عليها (٤) مركز التدوير لكن الأرصاد دلت على أن مركز التدوير قد يكون على بعد أقرب من بعد ب جـ لأن غاية التعديل قد يرى فى عشرة (٥) أجزاء من الجوزاء وفى عشرة أجزاء من الدلو

والمطلوب تعيين قيمة ب ر .

الطريقة : من ب نرسم ب هـ ، ب د مماسين لفلكى التدوير ، ونصل حـ هـ ، أ د .

∵ ب د مماس للدائرة التى مركزها نقطة أ .

∴ أ د عمودى عليه .

وبالمثل حـ هـ عمودى على المماس ب هـ .

فى كل من المثلثين القائمى الزاوية أ د ب ، حـ هـ ب :

زاويتا أ ب د ، حـ ب هـ هما اختلاف الفضل وهما معلومتان بالرصد .

∴ جميع زوايا المثلثين معلومة .

∴ النسب المثلثية $\frac{\text{أ ب}}{\text{أ د}}$ ، $\frac{\text{حـ ب}}{\text{حـ هـ}}$ معلومة

لكن أ د = حـ هـ = نصف قطر التدوير = نق .

∴ النسب $\frac{\text{أ ب}}{\text{نق}}$ ، $\frac{\text{حـ ب}}{\text{نق}}$ معلومة

∴ النتيجة $\frac{\text{أ ب} + \text{حـ ب}}{\text{نق}}$ معلومة أى $\frac{\text{أ حـ}}{\text{نق}}$

وبالمثل نسبة $\frac{\text{أ ب} - \text{حـ ب}}{\text{نق}} = \frac{\text{أ ر} + \text{ر ب} - (\text{حـ ر} - \text{ر ب})}{\text{نق}} = \frac{\text{أ ر} - \text{حـ ر} + \text{٢ ر ب}}{\text{نق}}$

لكن نقطة ر منتصف أ حـ أى أ ر = حـ ر .

∴ نسبة $\frac{\text{٢ ر ب}}{\text{نق}}$ معلومة ومنها نعلم قيمة ر ب

(١) سا : مداره .

(٢) سا : سطحه .

(٣) سا : الكل دائرة .

(٤) سا : عليه .

(٥) سا : عشر .

أعظم مما رئى [1] فى الحمل وذلك عند ما يكون مركز التدوير مثلثا لموضع الأوج الأول ومسدسا لموضع الحضيض الأول وقد [2] ذكر رصدا كان أعظم البعد المسائى [3] فيه لعطارد أحدا [4] وعشرين جزءا وربعا [5] ورصدا آخر [6] كان أعظم البعد الصباحى فيه لعطارد ستة وعشرين جزءا ونصف جزء ووسط الشمس فى الرصدين على عاشر الدلو وهو وسط عطارد أعنى جزء مركز تدويره ومجموع هذين البعدين [7] ستة [8] وأربعون جزءا ونصف وربع وهو أعظم من ضعف التعديل كله الذى عند الحمل لأن ضعف الذى عند الحمل [9] ستة وأربعون جزءا ونصف [10] ولا يزيد غاية البعدين [11] عند الحمل على ثلاثة وعشرين وربع وهاهنا قد وجد ستة وعشرون ونصف بفضل [12] ثلاث [13] درج وربع وقد ذكر رصدين كذلك عند الجوزاء مسائيا وصباحيا كل واحد مساو لنظيره عند الدلو ووسط الشمس على الجزء [14] العاشر من الجوزاء وإذا كان الأمر على هذا فمركز تدوير عطارد فى هذين الرصدين هو فى الجوزاء والدلو وعلى الجزء [15] العاشر منها وكان مع ذلك أقرب ما يكون من [16] الأرض فبين من ذلك أن نقطة ر ليست [17] مركز الخارج الحامل وهى [18] مركز دائرة يدور [19] عنها [20] الأوج فى السنة

---

(1) سا : غير واضح .
(2) سا : فقد .
(3) ف ، سا : المساوى .
(4) سا : إحدى .
(5) ب : وربع .
(6) ف : فى الهامش .
(7) سا وهامش ب : التعديلين .
(8) سا وهامش ب : سبعة .
(9) [لأن ضعف الذى عند الحمل] : فى هامش ف .
(10) سا : [مرارا] بدلا من [ستة وأربعون جزءا ونصف].
(11) سا : التعديلين .
(12) سا : يفضل .
(13) سا : بثلاث .
(14) سا : غير موجود .
(15) سا : غير موجود .
(16) سا : إلى
(17) سا : ليس
(18) ب ، سا : فهى
(19) سا : تدور
(20) سا : عليه

مرة و احدة (١) إذ (٢) وجد في قربه الأقرب في السنة مرتين وإذا كان كذلك حصل الأوج وهو مرة (٣) أقرب ومرة بعد في دورانه على هذه الدائرة وكذلك الحضيض وسائر النقط من الفلك الخارج فيكون أحد الرصدين من الأرصاد الأول الذي على (٤) الميزان (٥) وقع الكوكب (٦) ومركز فلك تدويره (٧) بحذاء درجة الأوج الأول وهو أوج مدار الأوج والحضيض الثاني وقع الكوكب (٨) ومركز تدويره بحذاء درجة الحضيض الأول وأما الرصدان اللذان في الجوزاء والدلو فإن مركز التدوير فيهما على الحضيض من الحامل ونحن نورد ما يجب أن يكون عليه في حركة التدوير لعطارد وحركة الأوج (٩) حاملة إيرادا مشروحا لما كان هذا الكوكب في تثليث مركز تدويره لأوجه الأول يوجد على أعظم بعد ويتكرر له ذلك مرتين في الدورة الواحدة علم ضرورة أنه يعرض لسطح فلكه الخارج الحامل ما يعرض لنظيره من القمر وإن كانت النسبة مختلفة فيجب أن تكون الحركتان المتقابلتان متساويتين حتى يكون إذا كان مركز التدوير على أوج الحامل مثلا عند العاشر من الميزان فيتحرك المركز إلى تثليث الأوج الأول وهو مثل حركة الشمس ويتحرك (١٠) الأوج الباقي من الجانب الآخر إلى تثليث الأوج الأول فيكون بينهما من جهة ضعف التثليث ومن جهة التثليث (١١) ويكون بينهما (١٢) وبين الحضيض الأول الذي على الحمل تسديسان (١٣) فإذا تحرك ذلك مقدار التسديس وتحرك هذا مقدار التسديس (١٤) فيكون مركز التدوير قد حصل في

---

(١) سا : غير موجود
(٢) سا : إذا
(٣) سا : في مرة
(٤) سا : عند
(٥) في هامش بوفى سا : وبالجملة
(٦) سا : للكوكب
(٧) سا : غير واضح
(٨) سا : للكوكب
(٩) سا : أوج
(١٠) سا : ويتخرج
(١١) ف ، سا : تثليث
(١٢) [من جهة ضعف التثليث ومن جهة التثليث ويكون بينهما] : في هامش ب
(١٣) سا : تسديس
(١٤) [فإذا تحرك ذلك مقدار التسديس وتحرك هذا مقدار التسديس] : غير موجود في سا

عاشر الحمل وحصل الأوج أيضا هناك فيكون قد حصل التدوير على أوج الحامل والحامل (١) على حضيض مداره ويكون حضيض الحامل حصل بإزاء مكان أوج مداره والتقا (٢) الخطان المحركان أحدهما لمركز التدوير والآخر لمركز الحامل وإن غير شيء من هذا لم يجب أن يكون أبعد البعد دائما عند عاشر الميزان ولم يجب أن يكون (٣) الحكم في التثليثين واحدا وإذا (٤) افترقا أعني الخطين فسار كل واحد منهم مسافة التسديس للحضيض الأول والتثليث (٥) للحضيض الثاني . وجب أن يكون قد عاد المركز إلى مثل البعد الذي كان من الأرض وليس يجب أن يكون مركز التدوير على حضيض الحامل وقت التثليث فإنه لو كان على حضيض الحامل كان (٦) يصير إلى الأوج (٧) لا (٨) في العاشر من الميزان ولكنه إذا كان على حضيض الحامل لا يكون حضيض الحامل إلا (٩) قريبا من أوج مدار الأوج فرئي الحضيض بعيدا وكانت الزاوية تصغر وأن (١٠) بعد الحضيض من جهة حركة مركزه (١١) يزيد (١٢) على قربه من حيث هو حضيض .

فصل

في معرفة البعد الأبعد للزهرة (١٣)

وأما الزهرة فقد طلب لها كذلك أرصادا لأعظم أبعادها (١٤) متساوية ووجد أوسطها (١٥) في مواضع مختلفة فنصف ما بينها فخرج (١٦) القطر المار بالبعدين

---

(١) ف : أو الحامل

(٢) ف : والباقي

(٣) [أبعد البعد دائما عند عاشر الميزان ولم يجب أن يكون] : غير موجود في سا

(٤) سا : فإذا

(٥) سا : والتسديس

(٦) سا : لكان

(٧) سا : اوج

(٨) ف : ولا

(٩) ف : لا

(١٠) سا : فإن

(١١) ف : مرة

(١٢) ف : يريد — وفي سا : يدور

(١٣) [فصل في معرفة البعد الأبعد للزهرة] : غير موجود في سا ، د

(١٤) سا : أبعاده

(١٥) سا : أوساطها

(١٦) ف . يخرج

المختلفين أما من الأرصاد الحديثة فرصد ثاون لبعد مسائى (١) معتبر بالكوكب الأوسط من كواكب الثريا كان سبعة (٢) وأربعين جزءا وربعا (٣) وكان (٤) وسط بها أعنى وسط الشمس على أربعة عشر (٥) جزءا وربع (٦) من الحوت (٧) ثم رصد بطليموس نفسه لبعد صباحى معتبر (٨) بالكوكب الذى على الركبة الوسطى من التوأمين (٩) مساويا لذلك وهو (مرية) (١٠) ووسط الشمس على خمسة أجزاء ونصف وربع من الأسد وأيضا رصد ثاون لبعد صباحى ووسط الشمس (١١) الزهرة (١٢) على سبعة عشر جزءاً ونصف وثلث وجزء من ثلثين من الميزان وكان غاية البعد سبعة وأربعين جزءا ونصف (١٣) جزء (١٤) رجزءا من ثلثين ورصد بطليموس للمسائى كذلك والوسط (١٥) على جزئين وأربع دقائق من الجدى والمنصف (١٦) بين هذين يقع على خمسة وعشرين جزءاً من العقرب أو الثور (١٧) .

فصـــل

فى معرفة مقدار فلك تدوير (١٨) الزهرة (١٩)

وأما تبيين (٢٠) أن (٢١) أى البعدين هو الأبعد ونسبة فلك التدوير فذكر (٢٢) رصدا لثاون لغاية بعد صباحى والوسط على خمسة وعشرين جزءا وخمس جزء من الثور فكان

---

(١) ف : مساوى

(٢) ف ، سا : تسعة

(٣) ف : وربع

(٤) سا : كان

(٥) سا : وعشرين

(٦) سا : غير موجود

(٧) سا : الجنوب وربع

(٨) ف : يعتبر

(٩) سا : القدمين

(١٠) سا : مر ل

(١١) سا : غير موجود

(١٢) ف : بين السطرين

(١٣) سا : ونصفا

(١٤) سا : غير موجود

(١٥) فى هامش ف : يعنى وسط الشمس

(١٦) سا : والمنتصف

(١٧) سا : والثور

(١٨) ف : تدوير فلك

(١٩) [فصل فى معرفة مقدار فلك تدوير الزهرة] : غير موجود فى سا ، د

(٢٠) ف : نبين

(٢١) سا : غير موجود

(٢٢) ف : تذكر

(مدمح) ورصدنا له والوسط (١) على (٢) المقابلة فكان (مرك) (٣). فإذن الأوج في الثور والحضيض في (٤) العقرب متقابلين (٥) وأما أنه (٦) كيف كان (٧) الذي رصده ثاون قال (٨) بطليموس قال ثاون رأيت (٩) الزهرة في بعد صباحي لها متقدمة على الخط المار بالكوكب المقدم من الثلاثة التي (١٠) على رأس الحمل والكوكب الذي (١١) خلف (١٢) ساقه بمقدار جزء (١٣) وخمسي جزء وكان بعدها (١٤) من الكوكب الرأسي نصف (١٥) بعدها (١٦) من الكوكب الساقي (١٧) ووسط الشمس في خمسة وعشرين جزءا وخمسين (١٨) من الثور فعرف بطليموس من ذلك موضع الزهرة من البروج طولا وعرضا وأما كيف عرف فأقول قد يمكن أن نبين بوجوه منها ليكن (١٩) أ نقطة الكوكب الرأسي و : ب نقطة (٢٠) موضع (٢١) الكوكب الساقي و : أ ب الخط الواصل بينهما ولأن أ شمالي و : ب جنوبي فيقاطعهما خط

---

(١) ف : الوسط

(٢) [خمسة وعشرين جزءا وخمسي جزء من الثور فكان (مدمح) ورصدنا له والوسط على]: غير موجود في سا

(٣) سا : مرل

(٤) [الثور والحضيض في] : غير موجود في سا

(٥) سا : غير موجود

(٦) سا : غير موجود

(٧) سا : غير موجود

(٨) سا : قال

(٩) سا : رويت

(١٠) ف : في الهامش

(١١) ف : الذي على

(١٢) في هامش ب : الأصل الرجل المؤخرة

(١٣) سا : غير موجود

(١٤) سا : بعده

(١٥) ب : [منتصف] – وفوقها [نصف]

(١٦) سا : بعده

(١٧) سا : غير واضح

(١٨) سا : غير موجود

(١٩) سا : لتكن

(٢٠) ب : موضع

(٢١) ف : مواضع – وفي ب : نقطة – وفي د : غير موجود

البروج وليكن ك ل [١] تقاطعا [٢] على حـ ونخرج عمودى أ ى ، ب ط على ك ل فتكونان [٣] عرضى الكوكبين ولتكن هـ نقطة الزهرة ونخرج عمود هـ ح [٤] على أ ب وهو البعد الذى كان معلوما بالرصد إذ كان عالم بمقدار [٥] بعد الزهرة من الخط الواصل بين الكوكبين ولنخرجه إلى ر ولنصل هـ ب ، هـ أ [٦] ولنخرج من هـ عمود هـ د فلأن مثلثى أ حـ ى ، ب حـ ط متشابهان [٧] لأن [٨] زاويتى ى ، ط من مثلثى حـ ى أ ، حـ ط ب [٩] قائمتان وزاويتا حـ متقاطعتان فالمثلثان متشابهان ونسبة أ ى إلى ب ط معلومة لأنهما عرضان معلومان للكوكبين فالمثلثان معلوما النسبة ونسبة مجموع أ ى ، ب ط المعلومين إلى أ ى مثل نسبة ط ى [١٠] المعلوم لأنه ما بين طولى الكوكبين إلى حـ ى ف : حـ ى معلوم و : حـ ط معلوم ويصير المثلث أ حـ ، حـ ب معلومين ولأن هـ ح معلوم وزاوية ح [١١] قائمة وزاوية [١٢] حـ معلومة وفضلة حـ ح : بين أ ح ، أ حـ معلومة فمثلث حـ ح ر معلوم النسب و : حـ ر ، ح ر معلومان وزاوية ر معلومة وزاوية د قائمة وجميع هـ ح ، ح ر معلوم فمثلث د هـ ر [١٣] معلوم النسب فعرض هـ د معلوم وجميع د ر معلوم [١٤] و : حـ ر معلوم ف : د حـ معلوم فبعد طول الزهرة من [١٥] نقطة حـ المعلوم [١٦] معلوم وأقول [١٧] إنه لو لم يكن

---

(١) سا : كل

(٢) ف : غير موجود — وفى سا : تقاطع

(٣) سا : فيكونان

(٤) سا : هـ حـ

(٥) سا : مقدار

(٦) [ولنصل هـ ب ، هـ أ] : فى هامش ب — وفى ف : غير موجود — وفى سا هـ ر ، هـ أ

(٧) ف : متساويان — وفى سا : [ولنخرج من هـ عمود هـ د فلأن مثلثى أ حـ ى ، ب حـ ط متشابهان] غير موجود

(٨) سا : فلأن — وفى ف : فإن

(٩) ف : حـ ى أ ، ح ط ب — وفى سا : حـ د ى ، ح ط ب

(١٠) سا : ب ط

(١١) سا : حـ

(١٢) [ح قائمة وزاوية] : فى هامش ف

(١٣) ف : د هـ و

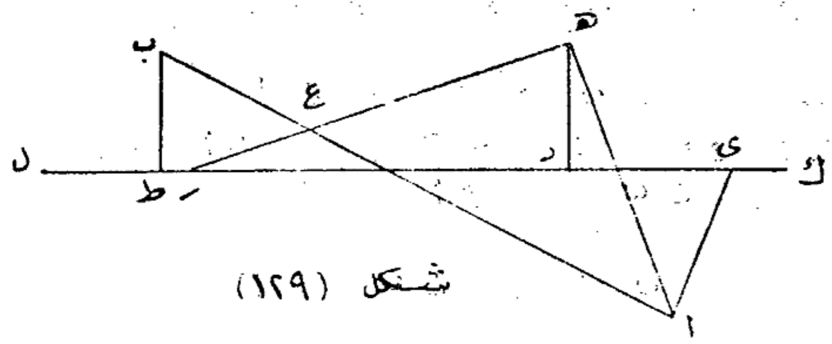
(١٤) [و : حـ ر ، ح ر معلومان وزاوية ر معلومة وزاوية د قائمة وجميع هـ ح ، ح ر معلوم فمثلث د هـ ر معلوم النسب فعرض هـ د معلوم وجميع د ر معلوم] : غير موجود فى سا

(١٥) سا : عن

(١٦) سا : المعلومة

(١٧) سا : فأقول

هـ ح (١) معلوما بالرصد وكان المعلوم هـ أ ، هـ ب فإن جميع ذلك يكون معلوما فلنصل هـ أ ، هب ولنقسم زاوية هـ بنصفين بخط هـ ح (٢) ونخرجه إلى ر ونعلم (٣)



شكل (١٢٩)

مثلثى ى أ حـ ، ب حـ ط بخطى (٤) ب ط ، أى (٥) مثل (٦) ما علمنا ولأن زاوية هـ منصفة فنسبة أ ح ، ح ب (٧) كنسبة (٨) هـ أ ، هـ ب (٩) و : أ هـ ، هـ ب معلومان (١٠) ومثلث أ هـ ب معلوم النسب فهو معلوم الزوايا فزاوية هـ معلومة فنصفها معلوم فتصير زوايا مثلثى هـ أ ح ، هـ ب ح معلومة وضلعا هـ أ ، هـ ب معلومان فيصير نسب الأضلاع فى كل واحد منها معلومة فتعلم هـ ح (١١) ومثلث ح حـ ر معلوم بزاوية حـ وزاوية ح (١٢) الباقية من هـ ح أ ومعلوم ضلع جـ ح الذى هو الفضل من معلومى أ ح ، أ حـ فيعلم حـ ر ح ر وزاوية ر (١٣) ثم نعلم (١٤) سائر ما بقى(*)

---

(١) سا : هـ حـ — (٢) سا : هـ حـ
(٣) سا : فنعلم — (٤) سا : وخطى
(٥) سا : ب ط ، أ ب
(٦) سا : بميل
(٧) سا : أ ح ، حـ ب
(٨) سا : نسبة
(٩) سا : هـ أ ، هـ ب معلوم
(١٠) [و : أ هـ ، هـ ب معلومان] : غير موجود فى سا
(١١) سا : هـ حـ
(١٢) [وزاوية ح] : غير موجود فى سا
(١٣) ف : ق
(١٤) ف : لنعلم

(*) تعيين طول وعرض الزهرة إذا رصدت بالنسبة لنجمين معلومين :

أشار ابن سينا إلى أن بطليموس عرف طول وعرض الزهرة من رصد رصده ثاون بالنسبة لنجمين معلومين من نجوم كوكبة الحمل أحدهما شمالى والآخر جنوبى . فقد رصد بعد كوكب الزهرة عن الخط الواصل بين

هذا ونعود إلى حيث كنا فنقول ولما لم نجد فى أبعاد الزهرة فى جميع الأرصاد

النجمين ونسبة انقسام هذا الخط بالعمود النازل عليه من الزهرة . وقد أوضح كيف استنتج بطليموس الطول والعرض من ذلك ، ثم ناقش ابن سينا احتمالا آخر وهو فى حالة رصد بعد الزهرة عن كل من النجمين نفسها وكيف يمكن استنتاج المطلوب

فى شكل (١٢٩) نفرض ل ل البروج ، نقطتى ا ، ب تمثلان النجمين المعلومين أحدهما شمالى والآخر جنوبى . نصل ا ب ليقطع البروج فى نقطة حـ ، ثم ننزل العمود هـ ع من الزهرة على ا ب ونمده ليقابل البروج فى نقطة ر ، كما ننزل الأعمدة ا ى ، هـ د ، ب ط على البروج

المعلوم لدينا :

ا ى = عرض النجم ا ، ب ط = عرض النجم ب

، ى ط = الفرق بين طولى النجمين

، هـ ع = بعد الزهرة عن الخط الواصل بين النجمين (رصدا)

، ا ع / ع ب (رصدا)

فى المثلثين ا حـ ى ، ب حـ ط :

زاوية ى = زاوية ط = ٩٠°

زاوية ا حـ ى = زاوية ب حـ ط

∴ المثلثان متشابهان وينتج أن :

ب ط / ا ى = حـ ط / حـ ى = ب حـ / ا حـ ∴ (ب ط + ا ى) / ا ى = (حـ ط + حـ ى) / حـ ى

لكن ب ط ، ا ى ، حـ ط + حـ ى معلومة

∴ يمكن معرفة حـ ى وبالتالى حـ ط ومن ذلك زاوية حـ

وبالمثل يمكن أن نعلم كلا من ا حـ ، ب حـ بمعرفة البعد بين النجمين

وفى المثلث حـ ع ر :

زاوية حـ معلومة ، زاوية ع = ٩٠° ، حـ ع = ا ع − ا حـ معلوم

∴ يمكن أن نعرف حـ ر ، ع ر ، زاوية ر

وفى المثلث هـ د ر

زاوية د = ٩٠° ، زاوية ر أصبحت معلومة ، هـ ر معلوم

∴ نعرف من ذلك هـ د ، د ر حيث هـ د عرض الزهرة

وأخيرا ، من د ر − حـ ر = د حـ = الفرق بين طولى الزهرة ونقطة حـ المعلومة

∴ يمكن أن نعلم طول الزهرة

أما الاحتمال الذى ناقشه ابن سينا فهو بفرض علم معرفة هـ ع ، ا ع / ع ب وبدلا من ذلك نرصد بعد الزهرة عن النجمين أى هـ ا ، هـ ب .

فى نفس الشكل نفرض أن هـ ع هو منصف زاوية ا هـ ب ونمده إلى ر

وبمثل ماسبق من مثلثى ا حـ ى ، ب حـ ط نستنتج حـ ى ، حـ ط ، ا حـ ، ب حـ ، زاوية حـ

مجموع بعدين على نقطة أعظم من التي عند (كر) من العقرب وأصغر من التي تقابلها (١) حكم أن أوجها (٢) مخالف (٣) لأوج عطارد في الحركة التي أدركت لذلك ثم بين من هذين الرصدين نسبة نصف قطر التدوير بشكل على قياس ما في عطارد فخرج الواح لجزءا وربع جزء من ستين جزءا من أجزاء نصف(٤) قطر الحامل .

فصل

في معرفة بعد مركز المعدل عن مركز البروج لعطارد والزهرة(٥)

ثم طلب مركز المعدل لها ونسب الخطوط الواصلة فاستعمل غاية بعدين (٦) متضادين (٧) مسائي وصباحي ومركز التدوير على قرب الربع من أوج الحامل حيث يكون غاية التعديل الذي يوجبه الخارج واستخرج (٨) منها بعد مركز المعدل لكل

وفي مثلث ا هـ ب حيث أن هـ ع منصف زاوية هـ

∴ $\frac{ا هـ}{هـ ب} = \frac{ا ع}{ع ب}$ ومن ذلك نعلم ا ع

∴ يمكن معرفة حـ ع = ا ع − ا حـ

ومن ناحية أخرى نحن نعلم أضلاع المثلث ا هـ ب ومن ذلك زواياه

∴ زاويتي هـ ا ع ، ا هـ ع (= $\frac{1}{2}$ هـ) معلومتان

∴ مثلث ا هـ ع يصبح معلوما وينتج منه زاوية ا ع هـ ، ضلع ع هـ

وفي مثلث حـ ع ر :

زاوية حـ معلومة ، زاوية حـ ع ر = ١٨٠ − ا ح هـ = معلومة ، حـ ع معلوم

∴ نعلم ع ر ، حـ ر ، زاوية ر

ثم نكمل البرهان كما في الحالة السابقة لتعيين طول وعرض الزهرة .

(١) سا : تقابله

(٢) سا : أوجه

(٣) في هامش ب : يريد أن الفلك الحامل ثابت وليس لبعده الأبعد حركة

(٤) سا : غير موجود

(٥) [فصل في معرفة بعد مركز المعدل عن مركز البروج لعطارد والزهرة] : غير موجود في سا ، د

(٦) سا : البعدين (٧) سا : متضادين

(٨) سا : فاستخرج

كوكب بشكل فأما الشكل (١) لعطارد (٢) فقد بناه على رصدين كان المسائى منها من أرصاد ثاون وكان ستة وعشرين جزءا وربعا(٣) إذ كان المرئى عند الأسد ست درجات وثلث والوسط على عشرة وجزء من اثنى عشر من (٤) جزء (٥) من السرطان والصباحى مارصده بطلميوس منها والوسط ذلك الوسط بعينه والمرئى (٦) فى الجوزاء (ك هـ) (٧) فكان (٨) بينهما عشرون (٩) جزءا وربع (١٠) وقد عرف ذلك من موضعى مرئيه ووسطه فهذا لعطارد وأما بعدا (١١) الزهرة اللذان رصدهما فقد كان الوسط على خمسة وعشرين ونصف (١٢) من الدلو والصباحى (١٣) منها كان (١٤) (محل) وجزءا من اثنى عشر من جزء (١٥) والمسائى (مح ك) (١٦) ولنفصل (١٧) لبيان الشكل ليكن أ ح الخط الذى كان قبل ولنفرض ح(١٨) مركز المعدل و : ر(١٩) مركز (٢٠) مدار المركز فقد بان أنه يقع على أ ح (٢١) و : ب (٢٢) مركز البروج لأن (٢٣) الخط الخارج من مركز

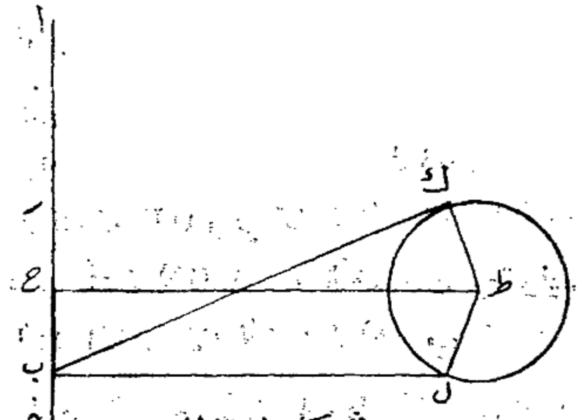
---

(١) سا : لشكل
(٢) سا : عطارد
(٣) ب : وربع
(٤) سا : غير موجود
(٥) سا : جزءا
(٦) سا : والمشترى
(٧) سا : غير موجود
(٨) ب ، صا : وكان
(٩) ب ، سا : عشرين
(١٠) سا : وربعا
(١١) سا : بعد
(١٢) ف : فى الهامش
(١٣) سا : فالصباحى
(١٤) ف : غير موجود
(١٥) [وجزءا من اثنى عشر من جزء] : غير موجود فى سا
(١٦) سا : مح ك
(١٧) سا : ولنقصد
(١٨) سا : حـ
(١٩) ف : غير موجود
(٢٠) ف : ومركز
(٢١) ب : أ ق - وفى سا : خط
(٢٢) سا : غير واضح
(٢٣) ب : ولأن

المعدل مارا بمركز التلوير الذى عليه هو على زاوية قائمة إذ كان وسط الكوكب على ربع من درجة الأوج (١) وهذا يوجب تقوم (٢) الزاوية فلنخرج ح ط على قائمة وعلى ط فلك تلوير (٣) ولنخرج ب ل ، ب ك (٤) مما سين ولنصل (٥) ط ك ، ط ل ، ط ب (٦) فلأن خطى ط ل ، ط ب مثل خطى ك ط ، ط ب وزاويتى (٧) ل ، ك المتناظرتان متساويتان فالمثلثان والزوايا مساو (٨) كل لنظيره فكل واحدة (٩) من زاويتى ب نصف جميع زاوية ك ب ل ولأن البعد المسائى كان على ك والصباحى على ل وفى الحالتين مركز التلوير على ط فجميع زاوية ك ب ل (١٠) توتر (١١) مجموع البعدين فنصفه (١٢) وهو كل (١٣) واحدة (١٤) من زاويتى ب معلوم (١٥) وزاويتا ك ، ل قائمتان (١٦) فنسب الأضلاع معلومة وليس زاويتا (١٧) ب لمكان ط الوسط بل لمكانه المحقق وذلك لأن خط (١٨) ب ط خارج من مركز البروج وبه يتقوم مكان ط من البروج ومكانه الوسط كما علمت آخر وذلك لأن مكانه (١٩) الوسط ما تفرزه (٢٠) زاوية أ ح ط (٢١) وينتهى إليه خط ح ط (٢٢)

(١) سا : الكوكب
(٢) سا : تقديم
(٣) سا : التدوير
(٤) سا : ب ل ، د ل
(٥) سا ، د : ونصل
(٦) سا ، د : ط ك ، ط ل
(٧) ب ، سا ، د : وزاويتا
(٨) سا : مساوى
(٩) د : واحد
(١٠) د : ك ب ل
(١١) سا ، د : لوتر
(١٢) سا ، د : فنصفها
(١٣) سا : ك ل
(١٤) سا ، د : واحد
(١٥) سا ، د : معلومة
(١٦) سا ، د : قائمة
(١٧) سا : زاويتى
(١٨) سا : خطا
(١٩) د : مكان
(٢٠) د : مايقرره
(٢١) سا ، د : أ ه ط
(٢٢) سا ، د : ح ط

لو أخرج إلى البروج وكان مركز البروج على ح وحساب هذه الأبعاد ليس من (١) الوسط المقوم (٢) المحقق بل من الوسط المحاذى لوسط الشمس وقد علمت الفضل بين الزاوية التى للوسط والتى للمعدل ولا شك (٣) فى أن الفضل بينهما كما علمت



شكل (١٣٠)

زاوية ب ط ح (٤) فزاوية ل ب ط ليست زاوية بعد مسائى أو صباحى وكذلك (٥) زاوية ك ب ط (٦) فلا يشكل عليك أمر تساويهما بل هما زاويتان أخريان إحداهما تنقص عن إحدى الزاويتين بمثل ما تزيد عليه (٧) الأخرى وقد (٨) علمت أن التعديل فى جانب ينقص بما (٩) يزيد فى الآخر (١٠) أو يزيد بما (١١) ينقص فى جانب آخر ولكن (١٢) مجموع الزاويتين اللتين (١٣) تفعلان البعد بالقياس إلى نقطة

---

(١) [إلى البروج وكان مركز البروج على ح وحساب هذه الأبعاد ليس من] : غير موجود فى سا

(٢) سا : غير موجود

(٣) سا : ولا شك أن

(٤) ف : ب ط - وفى د : س ط ع

(٥) ف : والذلك

(٦) سا ، د : ب ع ط

(٧) سا : عليها

(٨) سا ، د : فقد

(٩) د : ما

(١٠) سا ، د : جانب آخر

(١١) د : ما

(١٢) د : وليكن

(١٣) ب : غير موجود - وفى ف : فى الهامش

ط مأخوذة بالوسط مساويتان [1] لضعف إحدى زاويتى ب إذ [2] إحداها[3] تنقص والأخرى تزيد بشيء واحد فيكون مجموع زاويتى البعدين المقومين أعنى ك ب ل هو بعينه مجموع زاويتى البعدين بالوسط[4] ونرجع الآن فنقول زاوية ط ب ح[5] من مثلث ط ب ح معلومة لأن ح ب ك للبعد المقوم من الأوج و: ك ب ط قد علمت ومجموعها ط ب ح، وزاوية ح قائمة فنسب أضلاع ط ب ح معلومة فنسب[6] ب ح من ب ط ، ط ك وسائر الأضلاع ومن ب أ ومن ب ر معلومة وقد خرج بالحساب أما فى عطارد فقريبا[7] من نصف خط ب ر الذى كان علم فى الشكل الأول لأنه خرج خمسة أجزاء واثنتى عشرة دقيقة بالأجزاء التى بها خط ب ر عشرة أجزاء (كه) [8] دقيقة (*) وأما فى الزهرة فخرج خط ب ح ضعف خط ب ر[9] و : ر فى

(١) سا : مساويتا

(٢) سا : [ب أ د] بدلا من [ب إذ]

(٣) ف : أحدها

(٤) سا : عن الوسط

(٥) ف : ك ب ع

(٦) ب ، سا : فنسبة

(٧) ب : تقريباً

(٨) سا : وخمس وعشرون

(٩) ف : ب د

(*) تعيين مركز المعدل لعطارد والزهرة :

استعمل بطليموس لذلك أرصادا عندما كان الكوكبان عند غاية التعديل فى بعدين متضادين أحدهما صباحى والآخر مسائى وعندما يكون مركز التدوير على بعد ربع دائرة عن أوج الحامل

فى شكل (١٣٠) أ ح خط الأوج والحضيض يقع عليه نقطة ع مركز المعدل المطلوب تعيينها ، نقطة ر مركز مدار مركز الحامل ، نقطة ب مركز البروج .

نفرض مركز التدوير عند نقطة ط حيث زاوية أ ع ط = ٩٠°

ونرسم الخطين ب ل ، ب ك مماسين لفلك التدوير

∴ موقعا ل ، ك هما البعدان الصباحى والمسائى

نصل ط ك ، ط ل ، ط ب والمطلوب تعيين ب ع

فى المثلثين ط ل ب ، ط ك ب :

ط ل = ط ك ، زاوية ل = زاوية ك = ٩٠° ، ط ب مشترك

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن زاوية ط ب ل = ط ب ك = $\frac{1}{2}$ ك ب ل

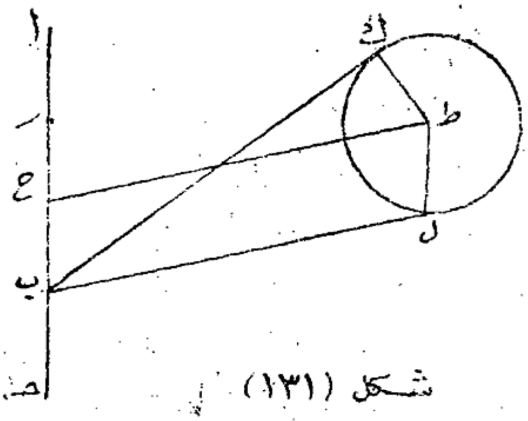
، ∵ كلا من البعد الصباحى والمسائى معلوم بالرصد

∴ مجموعها وهو زاوية ك ب ل معلوم

∴ كل من زاويتى ط ب ل ، ط ب ك معلومة وهما متساويتان

لكن زاوية أ ب ك هى البعد المقوم للنقطة ك وذلك معلوم

∴ زاوية أ ب ك + ك ب ط = ع ب ط معلومة



شكل (١٣١)

الزهرة مركز الحامل بعينه وهو إلى البعد الأبعد أعني إلى ا فخط ب ح فى الزهرة (ب ل) بالتقريب من خط ر أ إذا كان[1] ر أ ستين[2] وكان خط ب ر واحدا وربعا[3] فيقع فى عطارد لا محالة بين ر ب وفى الزهرة بين ر أ[4] كما علمنا عليه[5].

فصل

فى معرفة بعد[6] مركز الحامل عن[7] مركز المعدل لعطارد[8]

ثم بين بعد مركز المعدل عن مركز الحامل فى عطارد خاصة وهو[9] ذلك الشكل بعينه مسقطا منه فلك التدوير وقد أخرج على[10] ر عمود ر ن مساويا

وفى المثلث ع ب ط :

زاوية ع = ٩٠° ، زاوية ع ب ط معلومة

∴ نعرف النسبة $\frac{\text{ب ع}}{\text{ب ط}}$

لكن النسبة $\frac{\text{ب ط}}{\text{ط ك}}$ معلومة ∴ $\frac{\text{ب ع}}{\text{ط ك}}$ معلومة

أى أن موقع النقطة ع يصبح معلوما

(١) سا : كان خط

(٢) ف ، ط : شيئين (٣) ب ، سا : وربع .

(٤) سا : [بين ر] بدلا من [بين ر ا]

(٥) ف : عليه – وفى سا : عليه والله الموفق

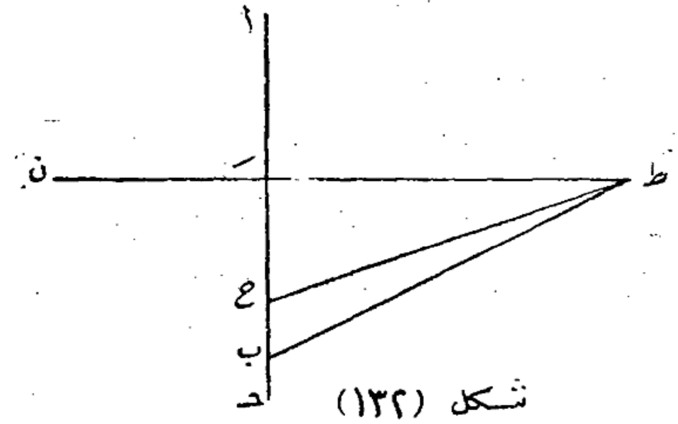
(٦) ب : غير موجود (٧) ف : من

(٨) [فصل فى معرفة بعد مركز الحامل عن مركز المعدل لعطارد] : غير موجود فى سا ، د

(٩) سا : فهو

(١٠) سا : غير موجود

ا : ر أ (١) ومعلوم أن ر ن يتحرك على ر و تحرك (٢) الأوج و : ح ط يتحرك أيضا وتحرك ط (٣) مركز التدوير إلى جهة مضادة لجهة حركة ر ن يتوافيان (٤) معا ويكون الزمانان إلى متوافيها (٥) متساويين لا محالة وحينئذ يصير ط (٦) على



شكل (١٣٢)

ن (٧) لأن مركز التدوير متى صار على هذا الخط صار على الأوج من الحامل ولأن مركز الحامل يتحرك لا محالة حول ر حركة مساوية لحركة أ أعني ن (٨) فيكون مركز الحامل دائما على الخط المستقيم الواصل بين ر وبين أ أعني ن (٩) وليكن (١٠) نقطة م ولأن خط ب ر القاعدة صغير جدا بالقياس إلى خط ك ر (١١) فزاوية ط ر ب ليست أقل من قائمة بشيء محسوس فخطا ط ر ، م ن (١٢) كخط واحد مستقيم عند الحس و : أ ر أعني ر ن معلوم وكان علم خط ب ط و خط ط ر (١٣) يعلم من ذلك فجميع ط ن معلوم ولا محالة أن م حينئذ يكون منصفه فيكون م ن معلوما يبقى ر م

---

(١) سا : [أ ر أ] بدلا من [ر : ر أ]
(٢) سا : ويخرج ر　　　(٣) سا : ويخرج
(٤) ف : قبوا فيان
(٥) سا : يوافيها
(٦) سا : تصير
(٧) سا : ر
(٨) سا : ر
(٩) سا : ر
(١٠) سا : ولتكن
(١١) سا : ط ر
(١٢) ف : ط ر ، رم ق
(١٣) سا : و ط ر

معلوما وخرج بالحساب قريبا (١) من(٢) خط (٣) ب ح (*) ثم بين أن الذى وجده بالرصد منعكس صحيح وأن الأشياء إذا وضعت على ماوضعه يوجب(٤) أن يكون الحساب موافقا للرصد أى أنه إذا كان الوسط على تثليث الأوج عند عاشر الدلو أو التوأمين (٥) كان مجموع فضل التعديل من الجانبين (مر ٥٥)وهو ما يوتره قطر فلك التدوير فليكن القطر المار قطر بالبعدين هو خط أ ب حـ د هـ و :أ أوج و : هـ حضيض و : ب مركز مدار الحامل و : حـ مركز المعدل و : د حيث(٦) الإبصار وليكن على ر تدوير بعده عن الأوج ثلث (٧) دائرة ونصل (٨) حـ ر (٩) فتكون زاوية حـ معلومة وهى توتر (١٠) الثلث وليكن ب ح هو الخط الخارج من

---

(١) سا : قريب

(٢) سا : ط من

(٣) سا : غير موجود

(*) تعيين بعد مركز الحامل عن مركز المعدل لعطارد :

نفرض أن أ حـ خط الأوج والحضيض (شكل ١٣٢) يقع عليه نقطة ع مركز المعدل ، ر مركز مدار مركز الحامل ، ب مركز البروج ، ط مركز التدوير .

من المعروف فى حالة عطارد أن خط الأوج ر أ أو ر ن المساوى له يتحرك حول ر محركا معه الأوج ، وأن ع ط يتحرك أيضا فى عكس الاتجاه حتى إذا تلاقيا أصبحت نقطة ط عند الأوج

ومن جهة أخرى ، حركة مركز الحامل حول ر = حركة الأوج أو حركة ن حول ر . وهذا المركز يقع دائما على الخط ر ن وليكن نقطة م

∵ زاوية ط ر ب = قائمة تقريباً

∴ ط ر ن خط مستقيم حيث نقطة م منتصفه

وفى المثلث ط ر ب :

زاوية ر = ٩٠° ، ط ب معلوم

∴ يمكن معرفة ط ر ومن ذلك نعلم ر م وهو البعد بين مركز الحامل ومركز المعدل

وقد تبين من الحسابات أنه يساوى تقريباً الخط ب ع

(٤) سا : توجب

(٥) سا : غير واضح

(٦) ف : جيب

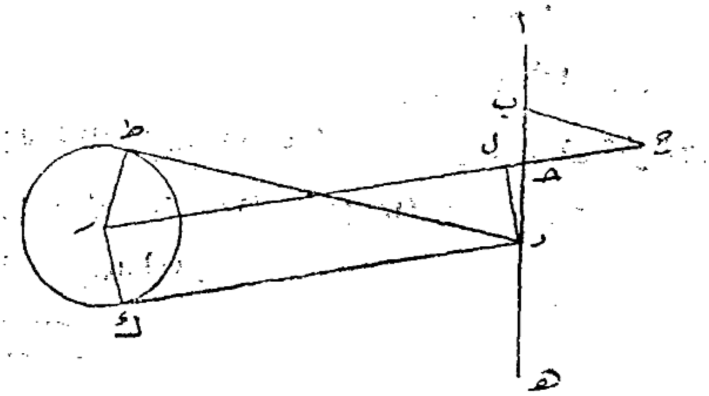
(٧) ب : غير واضح

(٨) ف ، سا : وفصل

(٩) ف ، سا : جزء

(١٠) سا : يوتر

مركز مدار الحامل إلى مركز الحامل وهو ح ر وليكن هذا الخط محركا لمركز الحامل فتكون زاوية أ ب ح (1) مساوية لزاوية أ حـ ر لأن حركتي مركز التلوير ومركز الحامل على الخلاف متشابهتان (2) في السرعة وكل (3) واحدة (4) منهما تكون (قنث) (5) عما (6) زاويتان قائمتان (قف) (7) تبقى (8) زاوية حـ ب ح بعد زاوية أ ب ح (س) (9) جزءا ويبقى مجموع زاويتي ح ، حـ من مثلث ب ح حـ مساويا ا : (قلك) (10) من



شكل (١٣٣)

ولأن ضلعي ب ح ، ب حـ (11) بالتقريب متساويان (12) إذ بان أن الخط الواصل بين مركز مدار مركز الحامل وبين مركز الحامل (13) مساو للواصل بين مركز مدار حركة (14) الحامل وبين مركز (15) المعدل فيكون إذن (16) كل واحدة من

---

(١) ف : ا غ

(٢) ب ، سا : متشابهان

(٣) سا : كل

(٤) سا : واحد

(٥) ف : فلك – وفي سا : مائه وعشرون

(٦) سا : مما

(٧) سا : مائتي وثمانون

(٨) سا : فبقي

(٩) سا : ستين

(١٠) ف : [ر : فلك] – وفي ب : مائة وعشرين

(١١) ف : ر ع ، ب ع – وفي سا : ا ب ع ، ب حـ

(١٢) ف : مساويان

(١٣) [وبين مركز الحامل] : غير موجود في سا

(١٤) [مدار مركز الحامل وبين مركز الحامل مساو للواصل بين مركز مدار حركة] : في هامش ف – وفي ب : [مدار حركة] غير موجود – وفي سا : لمركز

(١٥) [الحامل مساو للواصل بين مركز الحامل وبين مركز] : في هامش ب

(١٦) سا : إذا

زاويتى ح ، حـ نصف (قلث)(١) أعنى (س) (٢) مثل زاوية ب فيكون المثلث متساوى الأضلاع وقد كانت باقية د حـ ر (٣) (س) (٤) جزءا فهى (٥) مثل مقاطعتها (٦) فخط حـ ر مستقيم وقد كان علم نسبته إلى ب ح أعنى إلى حـ ح فباقى حـ ر معلوم ونخرج من دعمود (٧) د ل (٨) على حـ ر فيقع داخلا لأن زاوية د حـ ر من مثلث (٩) د حـ ر (١٠) حادة وليكن (١١) عمود د ل ومثلث حـ د ل القائم الزاوية معلوم زاويتين وضلع حـ د فـ : حـ ل (١٢) منه (١٣) و : د ل معلومان وباقى ل ر (١٤) معلوم فيعلم من ذلك (١٥) مثلث د ل ر لأنه معلوم ضلعين وزاوية قائمة فيعلم (١٦) خط د ر و : ر ط نصف قطر التدوير معلوم وكذلك ر ك وزاويتا ك ، ط (١٧) قائمتان (١٨) فيعلم زاوية ك د ط وخرجت بالحساب على موافقة الرصد (*) .

---

(١) سا : مائة وعشرين

(٢) سا : ستين

(٣) ف : د حـ ل - وفى سا : د ح

(٤) سا : وستين

(٥) ب : وهى

(٦) ب : مقاطعها

(٧) سا : عمودا

(٨) سا : غير موجود

(٩) [د حـ ر من مثلث] : غير موجود فى سا

(١٠) ف : د و ر - وفى سا : حـ د ر

(١١) ب ، سا : فليكن

(١٢) سا : [ف : حـ ن]

(١٣) سا : غير موجود

(١٤) سا : ا ن

(١٥) [من ذلك] : غير موجود فى ف

(١٦) سا : ويعلم

(١٧) ف : ل ، ط

(١٨) [وزاويتا ل ، ط قائمتان] : غير موجود فى سا

(*) مقارنة الرصد بالحساب لعطارد :

قارن بطليموس الرصد بالحساب فى حالة عطارد عندما يكون الوسط عند تثليث الأوج (الوسط هو الزاوية بين الأوج ومركز التدوير بالنسبة لمركز المعدل) . وقد اثبت أن كلا من الحساب والرصد يعطى فى هذه الحالة :

مجموع فضل التعديل من الجانبين أى الزاوية المقابلة لقطر فلك التدوير عند مركز الإبصار = ٥٤° ٤٧'

فليكن فى شكل (١٣٣) ا ب حـ د هـ الخط المار بالأوج ا ، ومركز مدار مركز الحامل ب ، ومركز المعدل حـ ، ومركز الإبصار د والحضيض هـ . ولتكن نقطة ر مركز التدوير عند التثليث ، أى أن زاوية ا حـ ر = ١٢٠° ، ب ع الخط الواصل بين مركز مدار الحامل ومركز الحامل أى الخط المحرك لمركز الحامل .

حيث أن حركة مركز التدوير من جهة ا = حركة مركز الحامل من جهة ا ومضادة لها

∴ زاوية ا ب ع = ١٢٠°   ∴ زاوية حـ ب ع = ٦٠°

لكن ع ب = ب حـ تقريباً لأننا وجدنا أن المسافة بين مركز الحامل ومركز مدار الحامل تساوى المسافة بين مركز مدار الحامل ومركز المعدل .

∴ زاوية ع = زاوية ب حـ ع = ٦٠°

لكن زاوية د حـ ر = ١٨٠ − ١٢٠ = ٦٠°

∴ حـ ع على استقامة ر حـ

لكن النسبة $\frac{\text{ع ر}}{\text{ب ع}} = \frac{\text{ع ر}}{\text{حـ ع}}$ = معلومة

∴ حـ ر يصبح معلوما

والآن نسقط د ل عمودا على حـ ر

∴ فى المثلث د حـ ل :

زاوية ل قائمة ، حـ د معلوم ، باقى الزوايا معلومة

∴ يمكن معرفة حـ ل ، د ل

∴ المستقيم ل ر يصبح معلوما

وفى المثلث د ل ر :

الضلعان د ل ، ل ر معلومان ، زاوية ل قائمة

∴ د ر يصبح معلوماً

وفى المثلثين د ر ط ، د ر ك القائما الزاوية :

ر ط ، د ر ، ر ك ، د ر كلها معلومة

∴ نعلم الزاويتين ط د ر ، ك د ر

∴ مجموعها ط د ر + ك د ر = ك د ط = معلوم

وقد خرجت قيمتها بالحساب مساوية للرصد

فصـــل

فى تصحيح حركات عطارد الدورية (١)

ثم بين بعد ذلك (٢) كيف صحح الحركات الدورية فأما الوسط فهو مساو لوسط الشمس وأما الاختلاف فبينه فى كل واحد منها برصد معلوم التاريخ معلوم فيه وسط الشمس ووسط (٣) الكوكب ومعلوم بالرصد (٤) تعديله أما عطارد فرصده (٥) بالقياس إلى قلب الأسد (٦) وإلى القمر أيضا بأن كان متخلفا (٧) عنه بقريب (٨) من جزء واحد وسدس جزء (٩) فكان وسطه فى الثور (كب لد)(١٠) ومكانه المعدل بعده المسائى فى الجوزاء (يز ل) وإذ (١١) علم هذا فيسهل (١٢) أن يعرف مكانه فى الاختلاف (١٣) فلتكن زاويتا أ ح ر ، أ ب ح منفرجتين لأن بعد وسط مركز التدوير كان فوق ربع دائرة من الأوج وزاويتا أ ب ح (١٤) ، أ ح ر تكونان (١٥) متساويتين (١٦) ونصل (١٧) ر ح ، ح ‍ـ (١٨) وعلى (١٩)

---

(١) [فصل فى تصحيح حركات عطارد الدورية] : غير موجود فى سا ، د
(٢) سا ، د : ذلك أنه
(٣) سا : بوسط — وفى د : فوسط
(٤) د : غير واضح
(٥) د : فرصد
(٦) سا ، د : العقرب — وفى ب : [الأسد] وبين السطرين [العقرب]
(٧) سا ، د : مختلفا
(٨) د : بقريب
(٩) [واحد وسدس جزء] : غير موجود فى سا ، د
(١٠) ف : لب لد — وفى د : كب لد
(١١) د : فإذا
(١٢) ف : فسهل
(١٣) [بعده المسائى فى الجوزاء (يزل) وإذا علم هذا فيسهل أن يعرف مكانه فى الاختلاف] : غير موجود فى سا
(١٤) د : ا ب ح
(١٥) سا : يكونان — وفى د : تكون
(١٦) د : متساويين
(١٧) سا : وفصل
(١٨) [ح ‍ـ] : غير موجود فى سا ، د
(١٩) سا ، ه : وعليه

حـ ر (١) من ح عمود ح م ومن د عمود د ن وليكن (٢) ل موضع الكوكب ونصل (٣) د ل ، ر ل (٤) ونخرج د ر ، حـ ر إلى ط ، ك على استقامة خطى د ر ، حـ ر فيكون ط الأوج الثابت الذى لا يتغير و : ك الذى بالرؤية ويتغير ويخرج عمود ر س فلأن وسط الشمس معلوم فزاوية أ حـ ر معلومة وكذلك (٥) أ ب ح (٦) وباقية حـ ب ح معلومة (٧) ولان ب حـ ، ب ح متساويان (٨) فزاويتا حـ ، ح معلومتان فالمثلث معلوم نسبة (٩) الأضلاع ولأن زاوية ب ح حـ (١٠) معلومة وزاوية ب حـ م معلومة لأنها مقاطعة باقية ر حـ د تبقى زاوية ح حـ م معلومة وزاوية م قائمة و : حـ ح معلوم فإذن (١١) مثلث حـ ح م معلوم (١٢) نسب (١٣) أضلاعه وزواياه ويخرج (١٤) م حـ (١٥) بالحساب (١٦) (أنح) (١٧) بالأجزاء التى بها ح ر ستون جزءا (١٨) و : حـ ح (ب ما) (١٩) و : ح م (٢٠) نح (٢١)

---

(١) سا ، د : غير موجود
(٢) سا : ولتكن
(٣) سا ، د : فنصل
(٤) سا ، د : د ل ، ر ل
(٥) د : فكذلك
(٦) سا ، د : ا ب حـ
(٧) ق د بعد ذلك : فلذلك ا ب حـ وباقية حـ ب ع معلومة
(٨) سا : متساويتان
(٩) سا ، د : ونسبة
(١٠) د : ب ع حـ
(١١) سا : فإذا
(١٢) [فإذن مثلث حـ ع م معلوم] : مكرر ق د
(١٣) سا ، د : ونسبة
(١٤) سا : ونخرج
(١٥) سا ، د : م ع
(١٦) سا ، د : غير موجود
(١٧) سا : ا ر ع – ف : ا يح – وفى د : ا لح
(١٨) سا ، د : غير موجود
(١٩) [و : حـ ع (ب ما)] : ق هامش ب وفى ف : غير موجود – وفى سا : [و : حـ ع (د يا)]
(٢٠) د : [و : حـ م]
(٢١) ف : يح – وفى سا ، د : ثمان وخمسون

دقيقة فيكون م ر قريبا من مساواة ح ر [1] لأن قاعدة ح م [2] قريب من (نح) [3] دقيقة وزاويتا ن ، د حـ ر [4] معلومتان و : حـ د معلوم ف : ج ن [5] معلوم [6] و : ن د معلوم ف : رن [7] من بعد [8] م ر [9] معلوم [10] فوتر [11] رد معلوم وزاوية [12] رد س [13] بالرصد معلومة [14] و : س قائمة فمثلث ردس معلوم و : ل ر س معلوم من ضلعين وقائمة وجميع زاوية ل رد تنقص زاوية د رن تبقّى زاوية ن رل [15] معلومة وخارجة ل رك مع مقاطعة ك ر ط معلومتان [16] فقوس ط ل معلومة [17] وخرج(*) بالحساب (وسط كر) ثم استعمل رصدا [18] آخر

---

(١) سا ، أ ح ر (٢) ف ، د : حـ ر
(٣) ف : بح – وفى سا ، د : ثمان وخمسون
(٤) ف ، سا : ن ، ف حـ د – وفى د : ن ، ف ح د
(٥) د : [ف : حـ ر]
(٦) سا ، د : غير موجود
(٧) سا : [و : ر ف]
(٨) سا ، د : مر بعد (٩) سا : من ع
(١٠) د : غير موجود
(١١) د : فموتر
(١٢) ف : وزاويتا
(١٣) سا : ف د س
(١٤) سا : معلوم
(١٥) سا : ب ر ل
(١٦) سا : معلومان (١٧) سا : معلوم
(١٨) ف : رصد – وفى سا : رصدا أ

(*) تصحيح موقع عطارد من الأوج المرئى المتغير إلى الأوج الثابت :

فى شكل (١٣٤) نفرض المستقيم أ ب حـ د خط المراكز حيث نقطة ب مركز مدار مركز الحامل ونقطة حـ مركز المعدل ، ونقطة د مركز الإبصار ، ولتكن ع مركز الحامل ، ر مركز التدوير حيث الكوكب عند ل .

نصل حـ ر ونمده ليقابل التدوير فى نقطة ط ∴ ط الأوج الثابت

ونصل د ر ليقابل التدوير فى نقطة ك ∴ ك الأوج المرئى المتغير

المفروض أننا رصدنا زاوية ل د رأى عرفنا القوس ل ك

والمطلوب إيجاد القوس ل ط

نصل ب ع ، حـ ع ، ل ر ، ر ع وننزل العمودين ع م ، د ن على حـ ر والعمود ر س على د ل

بما أننا نعرف الزاوية التى سارها مركز التدوير ر = أ حـ ر وهى تساوى وتضاد الزاوية التى

سارها مركز الحامل ع = ا ب ع

∴ ا حـ ر = ا ب ع

∴ حـ ب ع = ١٨٠ - ا ب ع = معلومة

لكن ب حـ = ب ح لأن المسافة بين مركز الحامل ومركز مداره تساوى المسافة بين مركز مداره ومركز المعدل .

∴ زاويتا ب حـ ع ، ب ع حـ معلومتان

من ذلك يمكن معرفة نسب أضلاع المثلث ب حـ ع

ومن جهة أخرى نحن نعلم زاوية ا حـ ر

∴ د حـ ر = ١٨٠ - ا حـ ر = معلومة

ولكن زاوية د حـ ر تقابل زاوية ب حـ م بالرأس

∴ ب حـ م = د حـ ر معلومة

∴ زاوية ع حـ م = ب حـ ع - ب حـ م تصبح معلومة

وفى المثلث ع حـ م :

زاوية ع حـ م معلومة ، زاوية م = ٩٠° ، حـ ع معلوم

∴ المثلث يصبح معلوما ومن ذلك نعرف قيمة م حـ ، ع م

وفى المثلث حـ د ن :

زاوية ن = ٩٠° ، حـ د معلوم

∴ نعلم حـ ن ، د ن وبذلك يصبح ر ن معلوماً

وفى المثلث ر د ن :

زاوية ن = ٩٠° ، والضلعان د ن ، ر ن معلومان

∴ يمكن معرفة الضلع ر د

وفى المثلث ر د س :

زاوية س = ٩٠° ، والضلع ر د معلوم ، وزاوية ر د س معلومة بالرصد

∴ نستطيع إيجاد الضلع ر س والزاوية س ر د

وفى المثلث ل ر س :

زاوية س = ٩٠° ، والضلعان ر س ، ل ر معلومان

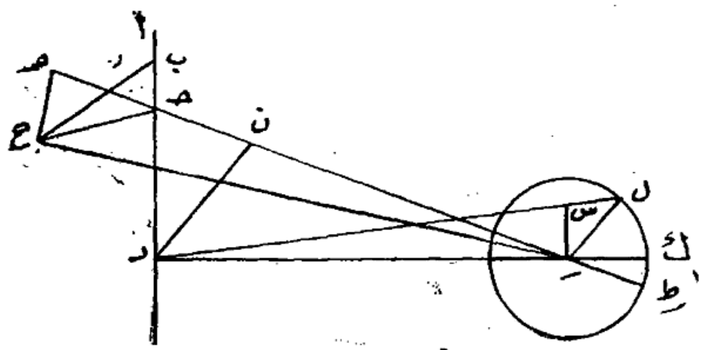
∴ يمكن معرفة زاوية ل ر س

∴ زاوية ل ر د = ل ر س + س ر د تصبح معلومة

∴ زاوية ن ر ل = ل ر د - د ر ن معلومة

وبذلك زاوية ل ر ط = ١٨٠ - ن ر ل تصبح معروفة

أى أن القوس ل ط يمكن إيجادها .



شكل (١٣٤)

معلوم التاريخ فبين أيضا البعد من الأوج فيه (١) فعلم أنه فى مدة ما بين التاريخين(٢) كم دورة تمت فى الاختلاف وما مقدار القوس الفاضلة واعتبر (٣) أيضا بعدا صباحيا بقياس الكوكب الذى (٤) فى (٥) جبهة (٦) العقرب قال فكان بعد عطارد (٧) من الخط المستقيم (٨) المار بالكوكب (٩) الشمالى من الجبهة والوسط منها أما إلى الشرق (١٠) فقريب من قطر القمر وأما إلى الشمال من الكوكب الشمالى(١١) فقريب من قطرى القمر فعرف من ذلك موضع عطارد أما أن (١٢) كيف يعرف ذلك فأقول ليكن الشمالى نقطة ا والجنوبى الذى هو الوسط من الجبهة نقطة ب ويقاطعهما خط البروج على ح وذلك الخط د ه ولنخرج عمودى أ ه ، ب د على مثل ما ذكرنا فى شكل آخر وهما وموضعاهما (١٣) معلومان بالتاريخ وليكن الكوكب

---

(١) ف : غير موجود

(٢) سا : التاريخ

(٣) سا : فاعتبر

(٤) سا : غير موجود

(٥) سا : إلى

(٦) سا : جهة

(٧) سا : الزهرة

(٨) سا : غير موجود

(٩) سا : غير موجود

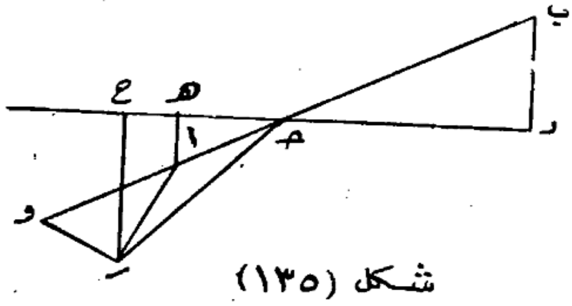
(١٠) فى هامش ب : المغروب – وفى سا : المغرب

(١١) [من الكوكب الشمالى] : غير موجود فى سا

(١٢) ف : فى الهامش – وفى سا : غير موجود

(١٣) ب : وموضعهما – وفى سا : ومسقطهما

إلى الشمال والمشرق [1] من خط ب أ على نقطة[2] ونخرج عمود ر و وهو [3] بعده[4] من الخط بمقدار قطر القمر ونصل أ ر وهو بعده عن الشمالى [5] إلى الشمال فضعف ر و [6] وكل ذلك معلوم ونصل حـ ر فيعلم على قياس ما مضى لك مثلثى ب حـ د ، أ حـ هـ وزواياها [7] ولأن ضلعى أ ر ، ر و [8] من مثلث أ ر و معلومان[9] فالمثلث معلوم فجميع حـ و [10] معلوم وزاوية و [11] قائمة فمثلث و حـ ر معلوم فجميع



شكل (١٣٥)

زاوية حـ[12] معلومة[13] فإذا أخرجنا عمود ر ح كان مثلث حـ ر ح معلوم زاويتى ح القائمة و : حـ[14] المعلومة[15] ومعلوم[16] ضلع [17] حـ ر فصار معلوما فعلم حـ ح[18] وهو طول

---

(١) سا : والمغروب (٢) سا : ر حـ
(٣) د : فهو
(٤) د : بعدها
(٥) سا : الشمال
(٦) سا : ر
(٧) سا : وزواياها
(٨) ف : ا ر : ا و
(٩) سا : معلوم
(١٠) سا : حـ ر
(١١) ف : م
(١٢) ف : ع
(١٣) [فجميع زاوية حـ معلومة] : غير موجود فى سا
(١٤) ف : [و : ع] – وفى سا : [و : حـ و]
(١٥) [و : حـ المعلومة] : فى هامش ب – وفى ف ، سا : [المعلومة] غير موجود
(١٦) سا : معلوم
(١٧) ب : وضلع
(١٨) ف : حـ و – وفى هامش ب : فعلم ع – وفى سا : حـ ع فعلم ع

عطارد (١) و : رح وهو عرضها (*) فبمثل هذا اعتبر بطلميوس حكم هذا الرصد

---

(١) ب ، ف ، سا : الزهرة

(*) تعيين طول وعرض عطارد :

عين بطليموس احداثيات عطارد عن طريق رصده بالنسبة لنجمين كما فعل فى حالة كوكب الزهرة وقد اختار هنا رصداً منسوباً إلى نجمين فى كوكبة العقرب معلومى الاحداثيات ، أحدهما شمالى والآخر جنوبى

وقد رصد بعد عطارد عن الخط الواصل بين النجمين فوجده حينئذ مساويا نصف قطر القمر

كما رصد بعده عن النجم الشمالى فوجده ضعف قطر القمر

ومن ذلك أمكنه تعيين إحداثيات عطارد بالطريقة الآتية :

فى شكل (١٣٥) نفرض نقطة أ النجم الشمالى ونقطة ب الجنوبى ، وليكن عطارد عند نقطة ر ، فيكون حسب الأرصاد أ ر = ضعف قطر القمر ، ر و العمودى من ر على أ ب = قطر القمر

ولنفرض أن د حـ يمثل دائرة البروج ونسقط عليه الأعمدة أ هـ ، ر ع ، ب د

فى المثلثين ب د حـ ، أ هـ حـ :

زاوية د = زاوية هـ = ٩٠° ، زاوية ب حـ د = زاوية أ حـ هـ

∴ المثلثان متشابهان وينتج أن $\frac{\text{ب د}}{\text{أ هـ}} = \frac{\text{د حـ}}{\text{هـ حـ}}$

∴ $\frac{\text{ب د} + \text{أ هـ}}{\text{أ هـ}} = \frac{\text{د حـ} + \text{هـ حـ}}{\text{هـ حـ}}$

لكن ب د + أ هـ = مجموع عرضى النجمين = معلوم

، أ هـ = عرض النجم الشمالى أ = معلوم

، د حـ + هـ حـ = الفرق بين طولى النجمين = معلوم

∴ يمكن معرفة هـ حـ ومنه نعرف د حـ

وما دمنا قد عرفنا أضلاع المثلثين فقد أمكن معرفة الزوايا

∴ يصبح لدينا معلوما زاوية هـ حـ أ وضلعى ب حـ ، حـ أ

وفى المثلث أ ر و :

∴ زاوية و = ٩٠° ، والضلعان أ ر ، ر و معلومان

∴ يمكن معرفة الضلع أ و

∴ حـ و = حـ أ + أ و يصبح معلوما

وفى المثلث حـ ر و :

زاوية و = ٩٠° ، والضلعان حـ و ، ر و معلومان

∴ نعرف من ذلك الضلع حـ ر والزاوية ر حـ و

∴ زاوية ع حـ ر = هـ حـ أ + ر حـ و تصير معلومة

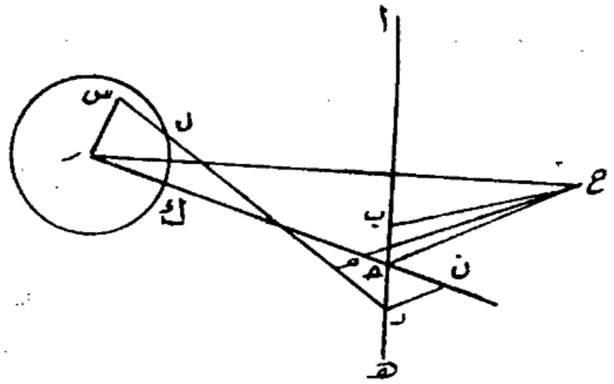
وفى المثلث حـ ع ر

زاوية ع = ٩٠° ، زاوية ع حـ ر معلومة والضلع حـ ر معلوم

∴ يمكن معرفة ع ر وهو عرض الكوكب عطارد

وكذلك نعرف حـ ع الذى منه يخرج طول عطارد

فى عطارد فوجد حاصله فى العقرب (حـ ك) و وسطه أعنى وسط الشمس بالحساب فى العقرب (ك ن) (1) وأما الشكل الذى بينا (2) على ما وجده بهذا الرصد فمثل ذلك الشكل بعينه قال (3) وإن تفعل مافعلنا إلا أنا نجعل زاويتى ب ، حـ إلى الأوج حادتين ويقع ل إلى الجانب (4) المقابل (5) الأول وأقرب (6) إلى الحضيض فيقع عمود ر س (7) أعلى (8) من نصف قطر ر ل ونعرف نسبة (9) مثلث ب ح حـ كما عرفت ثم



شكل (١٣٦)

يعرف (10) من مجموع زاويتى حـ المعلومتين و : م القائمة وخط حـ ح من (11) مثلث حـ ح م ثم يعرف (12) مثلث ر ح م من ضلعين وزاوية م (13) فيعرف ر م فيكون (14) خط (15) حـ م ر بالحساب (ساير) (16) ونعرف أيضا مثلث د حـ ن

(١) سا : ك مه
(٢) سا : بنى
(٣) سا : غير موجود
(٤) سا : جانب
(٥) ب : بين السطرين
(٦) سا : أقرب
(٧) سا : ر س ا
(٨) سا : على
(٩) سا : نسبته
(١٠) سا : تعرف
(١١) سا : غير موجود
(١٢) سا : تعرف
(١٣) سا : غير موجود
(١٤) سا : ويكون
(١٥) سا : غير موجود
(١٦) سا : باير

من زاوية د ح ن المقاطعة لزاوية م ح ب المعلومة وقائمة ن (١) وضلع ح د فيعلم(٢) مثلث د ر ن ويعرف ر د (٣) الموتر من مثلث ر ن د(٤) ويعرف باقية أ د ر وقد عرفت أ د ل بالرصد فيعرف (٥) ر د ل ويعرف مثلث د ر س من معرفة زاويتى د ، س القائمة فيه (٦) وضلع ر د الذى علمت من مثلث ر د ن ويعرف مثلث س ر ل(٧) من ضلعى ر س ، ر ل وقائمة س فيعرف (٨) ك ل وهو البعد من الحضيض الثابت فيعرف زاوية ر ل س (٩) وتعلم خارجة ط ر ل وقد (١٠) ثبت منها ط ر ك (١١) المعلوم(١٢) يبقى ك ر ل معلومة(١٣) فيعلم ك ل(١٤) وخرج ك ل بالحساب (د لب)(١٥) جزءا و (لد) (١٦) دقيقة(*) .

---

(١) [وقائمة ن] : غير موجود فى سا

(٢) سا : نعلم

(٣) [ويعرف رد] : غير موجود فى سا

(٤) سا : ر ب د

(٥) سا : غير موجود

(٦) سا : فيها

(٧) سا : س ر ك – وفى ف : ر س ل

(٨) سا : فيعلم

(٩) ف : ر ك س

(١٠) ف : وبد

(١١) ف : ط ر ل م ، والجملة [ط ر ل وقد ثبت منها ط ر ل م] فى الهامش– [وقد ثبت منها ط ر ك] : فى هامش ب وغير موجود فى سا

(١٢) سا : المعلومة

(١٣) سا : غير موجود

(١٤) فى هامش ب : وهو البعد من الحضيض الثابت

(١٥) ف : د ب – وفى سا : لب

(١٦) سا : [و (مه)]

(*) تصحيح موقع عطارد :

نفس البرهان المذكور مع شكل (١٣٤) سوى أنه اعتبر زاويتى أ ح ر ، أ ب ع المتساويتين حادتين بدلا من منفرجتين (شكل ١٣٦)

فصـــل

فى تصحيح حركات الزهرة الدورية[1]

وأما [2] الزهرة فقد صحح أيضا حركاتها الدورية بمثل ذلك فإنه اعتبر رصدين رصدا قديما ورصدا لنفسه فأما[3] رصده فقد اعتبر حاصل [4] الزهرة فى بعد صباحى مرصود بالقياس إلى الأعزل فوجده فى العقرب (ول) واعتبره أيضا بالقياس إلى الكوكب الذى فى جبهة[5] العقرب و بالقياس إلى القمر وكان موضع الشمس بالمعدل من القوس (كحه)[6] وبالوسط (كب ط) فلما عرف هذا استخرج منها مكان الزهرة فى الاختلاف بشكل فقال [7] ليكن أ ه ذلك الخط بعينه و: ب مركز المعدل و: ح مركز الحامل و: د مركز البروج[8] وليكن الكوكب على ك[9] ولنجز[10] على ر: د ر ح ؛ ب ر ط[11] فيكون ط الأوج الثابت و: ح الأوج المرئى الذى يتغير ولنصل د ك وعمود ر ن وعمودى ح ل ، د م على ب ر[12] وقصدنا هو قوس ط ك وزاوية ه ب ر معلومة لأنها بعد الوسط عن الحضيض [13] المرئى يصير مثلث ب ح ل[14] معلوماً [15] ومثلث ل ح ر معلوماً من ضلع ج ل وضلع ج ر وقائمة ل [16] و يخرج [17] خط ر ل فى الحساب مساو [18] بالتقريب ا : ح ر[19]

---

(١) [فصل فى تصحيح حركات الزهرة الدورية] : غير موجود فى سا ، د

(٢) سا : أما

(٣) سا : وأما

(٤) سا : حامل

(٥) سا : جهة

(٦) سا : كه

(٧) سا : غير موجود

(٨) [و : د مركز البروج] : غير موجود فى سا

(٩) ف : ا ك

(١٠) سا : ولنخرج .

(١١) (ف : ر د ، ر ح ب ، رط – وفى سا : ر د ، ر ح ، ب ر ط

(١٢) ف : ر د .

(١٣) سا : المرئى .

(١٤) سا : ح ب ل .

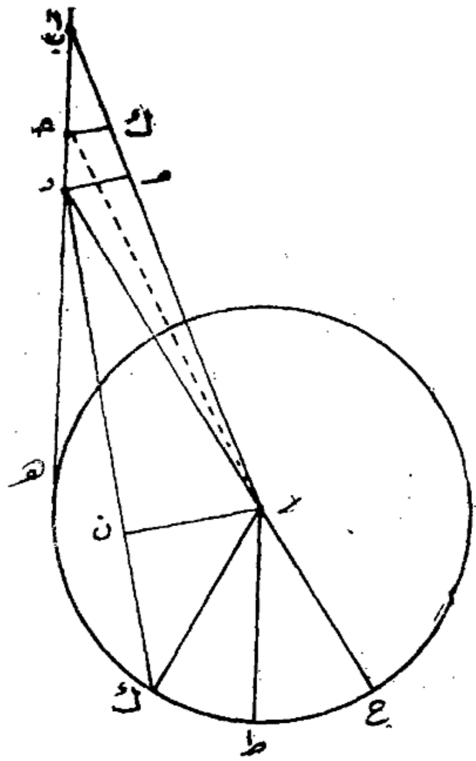
(١٥) سا : غير موجود .

(١٦) سا : [وزاوية ل القائمة] بدلا من [وقائمة ل] .

(١٧) سا : ونخرج .

(١٨) ف : مساوية – وفى سا : مساويا .

(١٩) ف : [لـ : ح ب] – وفى سا : [لـ : ب ح ر]



شكل (١٣٧)

لأن حـ ل القاعدة (لد) دقيقة ن وذلك لا يخالف بين هذين الساقين بما يعتد به و :
م ل مساو لخط ل ب [١] لأن د حـ [٢] مساو ل : حـ ب و يبقى م ر معلوما ويكون
م ب [٣] ضعف م ل [٤] ف : م د [٥] ضعف حـ ل ويعلم مثلث ر د م من ضلعى [٦]
ر م ، م د [٧] وقائمة وزاوية هـ د ك [٨] معلومة وباقية ر د هـ معلومة فجميع
زاوية ر د ك معلومة فيعلم مثلث د ر ن [٩] ومثلث ك ر ن وزاوية [١٠] ك ر د [١١]

---

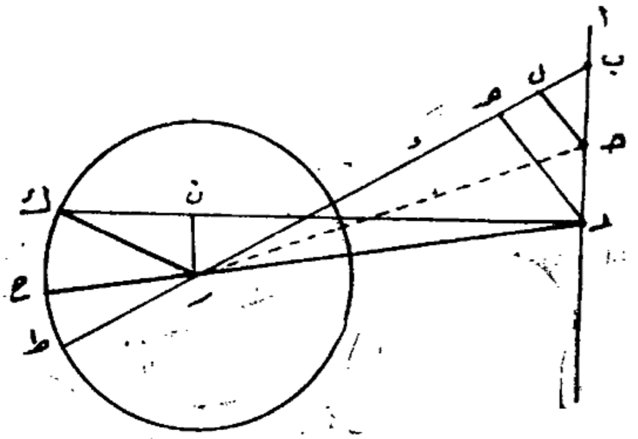
(١) سا : ا ب
(٢) ف : د ع
(٣) ف : م ن - وفى سا : م د
(٤) سا : حـ ل
(٥) ف : [و : م د] - وفى سا [ف : حـ د]
(٦) سا : ضلع (٧) سا : ر د ، ر م
(٨) سا : هـ ر ك
(٩) [فيعلم مثلث د ر ن] : غير موجود فى سا
(١٠) سا : وجميع زاوية
(١١) سا : ك ر د فيعلم مثلث درن

وبقيت (١) خارجة ك ر ح معلومة ينقص منها مقاطعة ط ر ح المعلومة (٢) تبقى ك ر ط معلومة (٣) وهى التى للأوج الثابت ويبقى (٤) قوس ط ح ك (٥) معلومة(*)

---

(١) سا : و تبقى
(٢) سا : معلوما
(٣) [تبقى ك ر ط معلومة] : غير موجود فى سا
(٤) ب : فبقى – وفى سا : فيبقى
(٥) ف : ط حـ ك – وفى سا : ط ع م ك
(*) تصحيح موقع الزهرة من الأوج المتغير إلى الأوج الثابت :
فى شكل (١٣٧) نفرض المستقيم أ هـ خط المراكز حيث نقطة أ الأوج – ب مركز المعدل ، نقطة حـ مركز الحامل ، د مركز الإبصار (مركز البروج) . ولتكن نقطة ك موقع الزهرة على فلك التدوير الذى مركزه نقطة ر ، نصل ب ر ونمده ليقابل محيط التدوير فى نقطة ط فتكون هى الأوج الثابت ، ونصل د ر ونمده ليقابل المحيط فى ع فتكون الأوج المرئى المتغير .
المطلوب تعيين القوس ك ط بعد الزهرة عن الأوج الثابت .
نسقط العمودين حـ ل ، د م على ب ر والعمود ر ن على د ك
المعلوم لدينا زاوية هـ ب ر = بعد الوسط عن الحضيض ، وكذلك البعد ب حـ = حـ د ، والمسافة حـ ر بين مركز الحامل ومركز التدوير ، وزاوية هـ ب ك
فى المثلث ب حـ ل :
زاوية ل = ٩٠° ، ب حـ معلوم ، زاوية ب معلومة
∴ يمكن معرفة حـ ل ، ب ل
وفى المثلث ل حـ ر :
زاوية ل = ٩٠° ، ل حـ معلوم ، حـ ر معلوم
∴ من ذلك نعلم قيمة ر ل
، ∵ ب حـ = حـ د فى المثلث ب د م ، حـ ل يوازى د م لأنهما عمودان على ب م
∴ ب ل = ل م
∴ يمكن معرفة ر م = ر ل – ل م
ومن ذلك أيضاً نعلم م د لأنه يساوى ٢ ل حـ
وفى المثلث ر د م :
زاوية م = ٩٠° ، والضلعان م د ، ر م معلومان
∴ نستطيع تعيين الضلع د ر والزاوية ر د م
∴ نوجد الزاوية ر د هـ = ١٨٠ – (ر د م + ب د م)
∴ زاوية ر د ك = ر د هـ – هـ ب ك تصبح معلومة
وفى مثلث ر د ن :
زاوية ن = ٩٠° ، الضلع د ر معلوم ، زاوية ر د ن معلومة
∴ نعرف زاوية د ر ن وضلع ر ن

وخرجت(١) بالحساب ٢٣٥ جزءا و٣٢ دقيقة(٢) وأما الرصد الآخر فرصد قديم لبعد صباحى قد رصدت(٣) فيه الزهرة وكانت(٤) مستحوذة على الكوكب الذى على طرف جناح السنبلة الجنوبى وعرف(٥) موضع(٦) الكوكب لذلك التاريخ فكان مكانها فى السنبلة



شكل (١٣٨)

(د ى)(٧) ووسط الشمس فى الميزان (لك نط) (٨) وقد جاوز(٩) بعدها(١٠)

وفى مثلث ل ر ن :
زاوية ن = ٩٠ ، الضلعان ر ن ، ر ل معلومان
∴ نعلم زاوية ل ر ن
∴ زاوية ل ر د = ل ر ن + د ر ن تصبح معلومة
ومن ذلك نعرف زاوية ل ر ع = ١٨٠ - ل ر د
لكن زاوية ط ر ع = م ر د = معلومة
∴ زاوية ل ر ط تصير معلومة
وبذلك يمكن تصحيح موقع الزهرة ل بالنسبة إلى ط الأوج الثابت

(١) سا : وخرج
(٢) سا : [د ل لب] بدلا من [٢٣٥ جزءا ، ٣٢ دقيقة]
(٣) سا : رصد
(٤) سا : فكانت
(٥) سا : عرف
(٦) سا : غير موجود
(٧) سا : ى د ى
(٨) ف : ل ن ط - وفى سا : ل يط
(٩) سا : [كان ط و ر] بدلا من [جاوز]
(١٠) سا : بعده

الصباحى إذ كان رصد قبل هذا الرصد بأربعة أيام فكان[1] هذا الكوكب وجد[2] بحيث إذا قيس بوسط الشمس فكان[3] بعده (مب لـ)[4] وهو[5] يستخرج مكان الكوكب من أوج التدوير من هذا الرصد بشكل مثل الذى للرصد الأول إلا أن قطر الخارج لا يقطع التدوير والتدوير متقدم على حضيض الحامل فلأن زاوية هـ ب ر فمثلث ب ح ل معلوم وأيضا[6] ب د م ، ح ر ل ، د ر م[7] وأيضا د ر ن ، ر ك ن[8] ويعلم جميع زاوية ك ر د[9] وخارجه ك ر ط فنضيف[10] إليها مقاطعة ط ر ح[11] لزاوية ب ر د[12] المعلومة يبقى زاوية ح ر ك[13] معلومة فقطعة ح ك الكبرى معلومة(**)وهى بالحساب[14] ٢٤٣[15] جزءا و٧[16] دقائق ثم قيد[17] الحاصل لكوكبي[18] الزهرة وعطارد بأن نظر زمان ما بين مبدأ[19] التاريخ وأقرب الرصدين إليه فنظر من ذلك التاريخ فخرج أما لعطارد فبعده من أوج التدوير (كا) جزءا و (نه) دقيقة[20] وأما الزهرة فبعدها[21] من أوج التدوير (عا) جزءا و (ر) دقائق[22] .

---

(١) سا : مكان (٢) سا : فوجد

(٣) سا : يكون

(٤) سا : مت ط د – وفى ف : : مب يح

(٥) سا : فهو

(٦) فى هامش ب : وايضاً ر هـ د ، م د ر ، د ر ن ويعلم

(٧) ف : ب د م ، حـ د ل

(٨) سا : [وأيضاً ب حـ ، و م ، د هـ د ، و ن ، ك ر ن] بدلا من [حـ ر ل ، د ر م وأيضا د ر ن ، ر ك ن]

(٩) سا : ك ر حـ (١٠) سا : تضيف

(١١) سا : غير موجود (١٢) سا : م ر د ، ط ر ح

(١٣) سا : حـ د ك

(**) تصحيح موقع الزهرة :

نفس ماناقشه فى شكل (١٣٧) مع اعتبار وضع آخر من أوضاع فلك التدوير (شكل ١٣٨)

(١٤) ف : الحساب – وفى سا : غير موجود

(١٥) ف : ٢٥٢ – وفى سا : ر ن يب

(١٦) سا : وسبع (١٧) ف : قبل

(١٨) ف : الكوكبى (١٩) سا : مبداه

(٢٠) سا : [كار] بدلا من [(كا) جزءا ، (نه) دقيقة]

(٢١) سا : فبعده

(٢٢) سا : [عار] بدلا من [(عا) جزءا ، (د) دقيقة]

فصل

فيما(١) يحتاج إلى تقديمه فى تبيين أمر سائر الكواكب(٢)

وأما الكواكب العلوية فلم يكن سبيل تعرف حركاتها(٣) سبيل الزهرة وعطارد إذ (٤) كانت قد تبعد عن الشمس كل أنحاء(٥) البعد ولكن استعمل فى تعرفها(٦) مقابلات لأن الكوكب لمسير الشمس الوسط وسماها أطراف الليل وإنما اختار المقابلات لأن الكوكب فى المقابلات والمقارنات مع وسط الشمس يكون على الخط المار بأوج التدوير وحضيضه فيفرد (٧) الاختلاف الذى يكون بالقياس إلى فلك البروج أعنى الذى جعل بسبب الخروج (٨) وفى المقارنات لا ترى فاختار المقابلات(٩) وأما بيان الكوكب إذا كان على الأوج والحضيض من التدوير كانت (١٠) المقارنة والمقابلة واتصل الخط المار به وبوسط الشمس خطا واحدا فذلك قد بان بشكل ليكن مركز المعدل ومركز الحامل (١١) د و مركز البروج هـ(١٢) وليسر(١٣) فلك التدوير والشمس من ا الأوج والكوكب من ط وهو الأوج المرئى كان بحسب مركز (١٤) البروج أيضا لا محالة وليسر(١٥) إلى ك ثم إلى ح وهو الأوج المرئى الآن فأقول إنه يكون مقارنا للشمس لأن زاوية أ ر ب (١٦) وزاوية ط ب ح التى

---

(١) ف : فى ما
(٢) [فصل فيما يحتاج إلى تقديمه فى تبيين أمر سائر الكواكب] : غير موجود فى سا ، د
(٣) ف : تحركاتها
(٤) سا : إذا
(٥) سا : انحنا
(٦) سا : تعرفها
(٧) سا : فينفرد
(٨) سا : البروج
(٩) [وفى المقارنات لا ترى فاختار المقابلات] : غير موجود فى سا
(١٠) سا : كان
(١١) سا : [و : د مركز الحامل] بدلا من [ومركز الحامل د]
(١٢) سا : [و : هـ مركز البروج] بدلا من [ومركز البروج هـ]
(١٣) سا : ويسير
(١٤) سا : بين المطرين
(١٥) سا : ويسير
(١٦) ف : ا د ب

إلى(١) الكاف التي هي باقي قائمتين(٢) عن ط ب ح(٣) بل التي هي عدة زوايا مساوية لمسير الشمس ولنضف إليها ط ب ح الصغرى حتى يتم دورة وينقص بإزائها من أ ر ب زاوية ر ب هـ المساوية ل : ط ب ح(٤) يبقى أ هـ ب ف : أ هـ ب ودورة (٥) مثل أ ر ب وزوايا ط ب ح التي هي(٦) إلى ك (٧) . ف : ا هـ ب ودورة(٨) من فلك البروج مسير الشمس بالوسط فإذا كانت الشمس سارت ا هـ ب بالوسط ودورة (٩) كان وسطها بحيث تجب أن تكون مقارنا للكوكب(١٠) واقعا على الخط الذي يجوز على الكوكب والشمس إذا أخذت(١١) الأمرين بالوسط ولم يفرق(١٢) بين الزاوية التي للتقويم والوسط(١٣) وبين الأوج(١٤) الثابت والمرئى(١٥) وأيضا ليكن الكوكب سار في فلك تدويره زاوية(١٦) ط ب ك والمركز زاوية (١٧) ا ر ب ويزيد على الاختلاف ل ب ك(١٨) وينقصها (١٩) من مسير (٢٠) المركز فيكون الكوكب سار في الاختلاف

---

(١) سا : التي

(٢) سا : على

(٣) سا : ب ط ع

(٤) سا : [ل : ط ب]

(٥) سا : [و : د و ، ر هـ]

(٦) سا : غير موجود

(٧) سا ، ا ك

(٨) سا : [و : د و ، ر هـ]

(٩) سا : [و : د و ، ر هـ]

(١٠) سا : للكواكب

(١١) سا : حدث

(١٢) سا : يقترن

(١٣) سا : وبين الوسط

(١٤) سا : [والأوج] بدلا من [وبين الأوج]

(١٥) ف : هنا خلط في المخطوط حيث يوجد هذا الجزء متأخرا عن مكانه الطبيعي بحوالى عشر صفحات

(١٦) [في فلك تدويره زاوية] : غير موجود في سا

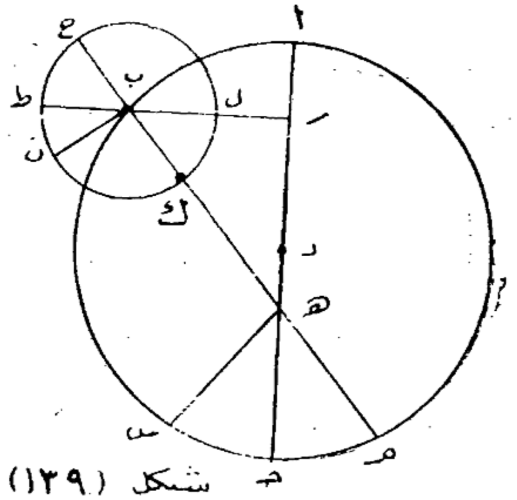
(١٧) سا : غير موجود

(١٨) ف : ل ر ك

(١٩) سا : وينقصه

(٢٠) ف : مكان

نعمل دائرة ك ط ل بسار المركز[1] زاوية ا ه ب[2] أعنى مقاطعتها[3] ح ه م[4] فيكون على ذلك[5] الخط فتكون على المقابلة أيضا وأيضا[6] فإنه إذا لم يكن وسط الشمس على هذا الخط فإنه يكون[7] دائما على خط خارج مركز البروج مواز للخط الخارج من مركز التدوير الذى عليه الكوكب وليكن الخط الذى عليه الشمس ه س ومعلوم أن زاوية ا ه س مساوية لزاويتى ا ر ب التى لمركز التدوير و : ط ب ن[8] التى للكوكب وهو[9] على ن أعنى ن ه ح ، ح ب ن[10] لأن ط ب ح[11] مثل ر ب ه ولما كان جميع زاوية ا ه س مثل زاويتى ا ه ب ، ح ب ن[12] يذهب ا ه ب المشترك يبقى س ه ح[13] مثل ح ب ن[14]



شكل (١٣٩)

---

(١) سا : مركز
(٢) سا : ا ه ع
(٣) سا : مقاطعها
(٤) سا : ح م ه
(٥) سا : هذا
(٦) ف : فى الهامش
(٧) ف : تكون
(٨) ف : [و : ط ر ن] – وفى سا : وزاوية ط ب ر
(٩) سا : وهى
(١٠) ف : [ن ه ع ، ع ر ن] – وفى سا : [ل ا ، ع ع ، ب ن]
(١١) سا : ط ب ن
(١٢) ف : [ا د ب ، ع ر ن] – وفى سا : [ا د ب ، ط ب ن]
(١٣) سا : س ه ح
(١٤) سا : ع ب ر

فيكون خط هـ س موازيا لخط ب ن وأنت يمكنك أن تعكس الشكلين وتعرف منها أن الشمس إذا كانت قد توجد بالرصد مقارنة أو مقابلة بحسب الحالين أنه يجب أن يكون مسيرها الوسط مساويا لوسط الكوكب واختلافه(*) .

(*) نظرية ٤١ :

فى الكواكب العلوية عندما يكون الكوكب عند الأوج المرئى يصبح مقارنا للشمس

البرهان :

فى شكل (١٣٩) نفرض أن نقطة ر مركز المعدل ، نقطة د مركز الحامل ، هـ مركز البروج وليكن مركز التدوير عند نقطة ب .

نصل هـ ب ونمده ليقابل محيط التدوير فى نقطة ع الأوج المرئى فى ذلك الوضع ، ونصل ر ب ونمده ليقابل المحيط فى ط فيكون الأوج الذى بدأت من عنده حركة الكوكب .

نفرض أن الكوكب فى هذا الوضع عند الأوج (ع) أى أنه سار من ط إلى ل إلى ع ، فقطع زاوية ط ب ع الكبرى

المطلوب إثبات أن الشمس تكون حينئذ واقعة على الخط هـ ع أى مقارنة للكوكب .

من المعروف أن مسير الشمس الوسط = زاوية ا ر ب + ط ب ع الكبرى

لكن زاوية ا ر ب = ا هـ ب + ط ب ع الصغرى

∴ مسير الشمس الوسط = ا هـ ب + دورة كاملة

∴ الشمس تقع على الخط هـ ب وهو المطلوب

نظرية ٤٢ :

عندما يكون الكوكب عند الحضيض يصبح مقابلا للشمس

البرهان :

فى نفس الشكل السابق نفرض أن ر ب يقطع التدوير فى نقطة ل ، ونمد ب هـ ليقطع الحامل فى نقطة م ، ولنفرض أن هـ ب قطع التدوير فى الحضيض ل .

إذا كان الكوكب عند نقطة ل يكون قد سار زاوية ط ب ل

مسير الشمس الوسط = ا ر ب + ط ب ل

لكن زاوية ا ر ب = ا هـ ب + ل ب ل

∴ مسير الشمس الوسط = ا هـ ب + نصف دورة

∴ الشمس تقع على الخط هـ م أى مقابلة للكوكب

نظرية ٤٣ :

الخط الواصل من مركز التدوير إلى الكوكب يوازى الخط الواصل من مركز البروج إلى الشمس

البرهان :

فى نفس شكل (١٣٩) نفرض أن الكوكب عند نقطة ن

∴ الشمس تقع على الخط هـ س بحيث يكون ب ن يوازى هـ س

لأن زاوية ا هـ س التى سارتها الشمس = ا ر ب + ط ب ن

فصـــل

فى تبيين الخروج عن المركز
فى الكواكب (١) الثلاثة وبعدها الأبعد (٢)

ثم إن بطليموس بين مقدار اختلاف الكوكب ووسطه من ثلاثة مقاطوات مرصودة يسمها أطراف الليل مشبهة بثلاثة (٣) كسوفات أوردها للقمر أما المريخ فالرصد الأول كان وهو فى(٤) الجوزاء (كا ح)(٥) والثانى فى(٦) الأسد (كح ن) والمدة بينهما أربع سنين مصرية وتسعة (٧) وستون يوما وعشرون ساعة استوائية والثالث كان وهو فى القوس (ب لد)(٨) والمدة بين (٩) الثانى والثالث هى أربع سنين وستة وتسعون يوما وساعة واحدة (١٠) وقوس الفضل الوسطى بين (١١) الأولى والثانية (فا مد) (١٢) وبين الثانية والثالثة (صه كح) (١٣) وقوس الفضل بحسب الرؤية بين الأولى والثانية (سر ن) وبين الثانية والثالثة (صح مد)(١٤) وأما

= ا ه ب + ز ب ه + ط ب ن

= ا د ب + ح ب ط + ط ب ن

= ا ه ب + ح ب ن

لكن زاوية ا ه س = ا ه ب + ب ه س

∴ ا ه ب + ب ه س = ا ه ب + ح ب ن

∴ زاوية ب ه س = زاوية ح ب ن

∴ ه س يوازى ب ن

(١) ب : الكوكب

(٢) [فصل فى تبيين الخروج عن المركز فى الكواكب الثلاثة وبعدها الأبعد] : غير موجود فى سا ، د

(٣) ب ، سا : بثلاث

(٤) سا : على

(٥) ف : كاه — وفى سا : كا

(٦) سا : كان فى

(٧) ف : وتسع

(٨) سا : ب ل د

(٩) سا : من

(١٠) سا : استوائية

(١١) سا : غير موجود

(١٢) ب : غير واضح — وفى سا : يامد

(١٣) ب : غير واضح — وفى سا : صه قلح

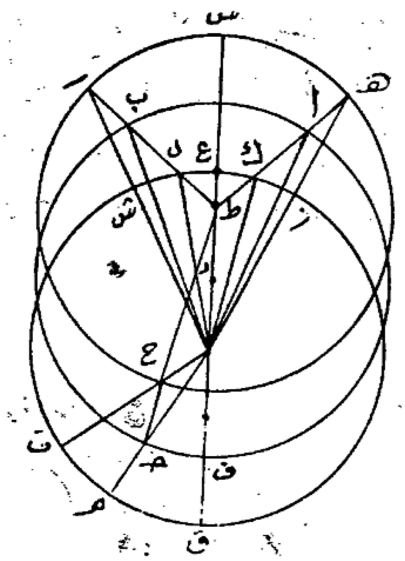
(١٤) ب : غير واضح

للمشترى فالرصد للحالة الأولى قد كان وهو فى العقرب (كح يا)(١) وفى الثانية فى الحوت (ر ند)(٢) والمدة بينهما ثلاث سنين ومائة يوم وستة أيام وثلاث(٣) وعشرون ساعة والحالة(٤) الثالثة وهو(٥) فى الحمل (كد كح)(٦) والمدة بين الثانية والثالثة سنة واحدة مصرية وسبعة وثلاثون يوما وسبع ساعات وقوس الفضل الوسطى فى المدة الأولى (صط يه)(٧) وفى المدة الثانية (لح كو) والقوس المرئية للمدة الأولى (قد مح) وللمدة الثانية(٨) (لو كط) وأما زحل فقد كان فى الرصد فى الحالة الأولى فى الميزان(٩) (أ يح)(١٠) والثانية فى القوس (ط م) والمدة بينهما ست(١١) سنين وسبعون يوما و (كب)(١٢) ساعة وفى الثالثة(١٣) كان فى الجدى (يد يد)(١٤) والمدة بين الثانية والثالثة ثلاث سنين مصرية وخمسة وثلاثون يوما (ك)(١٥) ساعة وقوس الفضل الوسط(١٦) فى المدة الأولى (عه مح)(١٧) وفى الثانية (لر نب)(١٨) وقوس الفضل المرئية فى الأولى (سح كر)(١٩) وفى الثانية (لدلد) فليكن الحامل ا ب ح على مركز د والمعدل ه ر ح حول مركز ط والبروج ك ل م حول ن وليكن

---

(١) سا : كح يا
(٢) ف : ر يد — وفى سا : ن لد
(٣) ب : وثلاثة — وفى سا : غير موجود
(٤) سا : والحال
(٥) سا : كان وهو
(٦) سا : يد كح
(٧) سا : قط يد
(٨) [(لح كو) والقوس المرئية للمدة الأولى قد مح وللمدة الثانية] : غير موجود فى ف
(٩) [فى الميزان] : غير موجود فى سا
(١٠) ف : ا يح
(١١) سا : ستة
(١٢) سا : ركب
(١٣) سا : فى الثالث
(١٤) سا : كب كد
(١٥) سا : وعشرون
(١٦) سا : للوسط
(١٧) ف : عه مح
(١٨) ف : لد يب — وفى سا : اريب
(١٩) سا : س ع كو

ص ع ف ق[1] المار بالمركز ولتكن أ نقطة مركز التدوير فى الحالة[2] الأولى و : ب فى[3] الثانية و : حـ فى[4] الثالثة ولنصل بها نقطة ط ولنخرج على الاستقامة إلى المعدل حتى يكون ط أ هـ ، ط ب ر ، ط حـ ح[5] ولنصل بها أيضا نقطة[6] ن حتى يكون ن ك ، أ ن ، ن ب ، ن جـ م[7] ومعلوم أن نقطة أ لما كان عليها مركز التدوير كان الوسط على هـ ولما صارت إلى ب صار الوسط على[8] ر وكذلك لما صار المركز إلى جـ صار الوسط[9] على[10] ح فيكون هـ ، ر ، ح نقط[11] الأحوال الثلاثة من المعدل التى تحد مسيرات الوسط ولنخرج ن ح[12] إلى ت[13] من البروج



شكل (١٤٠)

---

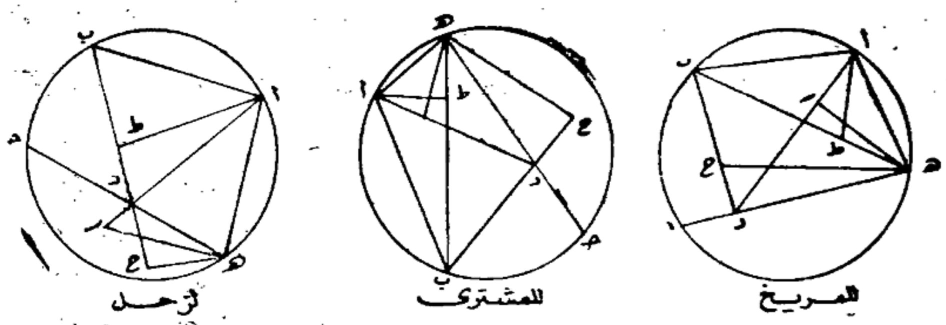
(١) سا : ش ع ر ه
(٢) سا : الحال
(٣) سا : غير موجود (٤) سا : غير موجود
(٥) ف : ط أ هـ ، ط ر ب ، ط ع حـ
(٦) سا : من نقطة
(٧) ف : ر ك أ ن ل ب ن حـ م — وفى سا : ل ، كا ، ن ، ل ر ، حـ م
(٨) سا : إلى
(٩) [لما صار المركز إلى حـ صار الوسط] : غير موجود فى سا
(١٠) سا : إلى
(١١) سا : نقطة
(١٢) سا : ر ع
(١٣) ف ، سا : ب

ق : ك ل م من البروج معلومة بالرصد و : ه و ح من المعدل معلومة[١] بالحساب بتسيير[٢] مركز التدوير فى الحدود بحسب الجداول الموضوعة للكواكب وليس ه ر ، ر ح يوتران[٣] ك ل ، ل م[٤] من فلك البروج حتى يكون أمر الخروج عن[٥] المركز واضحا وإنما[٦] يوتران[٧] أ ب ، ب ﺟ[٨] من الخارج الحامل للمركز[٩] وهى مجهولة و : ر ش ، ش ت[١٠] اللتان[١١] يوترهما[١٢] ه ر ، ر ح من المعدل مجهولتان[١٣] بينهما وبين المعلومة تفاوت ولا سبيل إلى أن يعلم ذلك إلا إذا علم الخروج[١٤] عن[١٥] المركز اللهم إلا أن يتجوز إذ لا فرق محسوس يعتد به بين ز ش ، ش ت[١٦] وبين ك ل ، ل م(*) فلنضع أن الامر كذلك

---

(١) ف : فمعلومة
(٢) ف : غير واضح
(٣) سا : يوتر
(٤) ف : ك ل ، ر م
(٥) ف : من
(٦) ف : ولنا
(٧) سا : يوتر
(٨) سا : ا ب ، ب ع
(٩) سا : المركز
(١٠) ف : [و : ر ش ، ش ث] - وفى سا : [و : ر س ، ش ب]
(١١) سا : التى
(١٢) سا : يوترها
(١٣) سا : مجهولة
(١٤) ف : بخروج
(١٥) سا : من
(١٦) ف : [ر ش ، ش ب] - وفى سا : [ر ش ، س ب]
(*) مقدمة أولى : تتعيين مقدار الخروج عن المركز للكواكب العلوية
يمكن تعيين مقدار الخروج عن المركز من رصد الكوكب فى ثلاثة مواضع
فى شكل (١٤٠) نفرض دائرة الحامل ا ب ﺟ مركزها نقطة د ، ودائرة المعدل ه ر ع مركزها نقطة ط ، ودائرة البروج ك ل م مركزها نقطة ق . ولنفرض أن مركز التدوير عند الأرصاد الثلاثة كان عند نقط ا ، ب ، ﺟ
نصل ط ا ، ط ب ، ط ﺟ فتقطع دائرة المعدل فى النقط ه ، ر ، ع على التوالى وتكون هذه النقط هى المواقع الوسطى للكوكب عند الأرصاد الثلاثة .
نفرض أن ط ا ، ط ب قطعا دائرة البروج فى نقطتى ك ، ل ، ولنصل ق ه ، ق ا ، ق ك ، ق ب ، ق ر ، ق ع ، ق ﺟ

ولنستخرج(١) به ما نريده ولنأخذ من جملة الدوائر دائرة الحامل وليكن مركز البروج فيها نقطة د ونصلها بالنقط الثلاث أعنى د أ ، د ب ، د حـ ولنخرج حـ د(٢) إلى هـ ولنصل (٣) ب هـ ، هـ أ ، أ ب (٤) ولنخرج عمودين من هـ إلى ب د ، أ د(٥) وهما هـ ر ، هـ ح لكن لما كانت(٦) قوس ب حـ فى رصد المريخ أكثر من ربع دائرة وقع هـ ح على ب د بين د ، ب ولما كانت(٧) فى زحل



شكل (١٤١)

والمشترى أصغر منه وقع خارجا عن د ولنوقع من أ عمود(٨) ا ط(٩) على هـ ب(١٠)

ولنفرض أن ن هـ قطع البروج فى نقطة ز وأن ن ر قطعه فى نقطة ش وقطع امتدادى ن حـ ، ن ع البروج فى نقطتى م ، ت

من الحساب والجداول نعلم المواقع الوسطى هـ ، ر ، ع

ومن الأرصاد نعلم المواقع النقط ك ، ل ، م

ولكى نعرف مقدار الخروج عن المركز يجب أن نعلم قيم ز ش ، ش ت إلى جانب معرفتنا مواقع هـ ، ر ، ع . لكن ز ش ، ش ت مجهولان وإنما يمكن أن نعتبرهما مساويان تقريباً للقوسين ك ل ، ل م المعلومين

(١) ف ، سا : واستخرج

(٢) سا : حـ هـ

(٣) ب ، سا : ولنوصل

(٤) سا : [هـ ا ط] بدلا من [ب هـ ، هـ ا ، ا ب]

(٥) سا : ا د ، ب د

(٦) سا : كان

(٧) سا : كان

(٨) سا : عمودا

(٩) سا : غير موجود

(١٠) ب : غير واضح

وقد وقع فى المريخ والمشترى مقاطعا لعمود ر ه وفى زحل غير مقاطع لما يجب أن يتأمل والمطلوب فى جميعها أن نعرف قوس أ ه كما كان فى أمر القمر وزاوية ب د ح(١) معلومة بالرصد فزاوية ب د ه الباقية فى المريخ معلومة وزاوية ه د ح(٢) المقاطعة فى الآخرين معلومة وقائمة(٣) ح معلومة(٤) فمثلث ه د ح معلوم النسب وأيضا ب ه ح(٥) التى عند المحيط معلومة لأن قوس ب ح معلومة وزاوية ح فى زحل والمشترى قائمة و : ه ح معلوم فمثلثا(٦) ب ر ح ، ب ه ح(٧) فى زحل والمشترى معلومة(٨) النسب وفى المريخ باقية ب ه ح من ب ه ح معلومة و : ح(٩) القائمة معلومة و : ه ح معلوم فمثلث(١٠) ب ه ح (١١) معلوم وزاوية أ د ح(١٢) معلومة لأن أ ب ح معلومة (١٣) فزاوية أ د ه وقائمة (١٤) ر وضلع ه د معلومة (١٥) فمثلث ه ر د معلوم النسب ولأن زاوية أ ه د التى عند المحيط معلومة وكانت(١٦) ر ه د معلومة(١٧) ف : أ ه ر معلومة(١٨) و : ر قائمة و : ه ر معلوم فمثلث أ ه ر(١٩) معلوم النسب و : ا ب معلوم(٢٠) وزاوية أ ه ط التى على ا ب وقائمة ط ، ه ا معلومات(٢١) فمثلث(٢٢)

---

(١) سا : ب د ع

(٢) سا : د ع

(٣) سا : غير موجود

(٤) [وزاوية ه د ع المقاطعة فى الآخرين معلومة وقائمة ع معلومة] : فى هامش سا

(٥) سا : ب ه ع (٦) سا : فمثلث

(٧) سا : [ب ه ع] بدلا من [ب ر ع ، ب ه ع]

(٨) سا : معلوم

(٩) سا : [و : ح]

(١٠) [معلوم فمثلث] : غير موجود فى سا

(١١) سا : [ف : ه ع]

(١٢) سا : أ د ع

(١٣) ب ، سا : معلوم

(١٤) سا : ب

(١٥) سا : معلوم

(١٦) سا : وكان

(١٧) سا : معلوما

(١٨) [ف : أ ه ر معلومة] : فى هامش ف

(١٩) سا : أ ه و

(٢٠) [النسب و : أ ب معلوم] : فى هامش ف

(٢١) سا : معلوم (٢٢) سا : غير موجود

أ هـ ط(١) معلوم النسب و : أ ط ، ط ب الباقى من هـ ب معلومان و : ط قائمة و : أ ب معلوم فنسبته إلى جميع الخطوط معلومة ، لأن قوس(٢) أ ب معلومة(٣) و : أ ب وترها(٤) معلوم نسبته إلى القطر ونسبته إلى أ هـ معلومة فنسبة(٥) أ هـ(٦) إلى القطر معلومة فوتر أ هـ معلوم فقوس أ هـ معلوم(٧) فجميع قوس أ هـ معلوم(٨) فجميع قوس(٩) حـ ب أ هـ(١٠) معلومة(*) وخرجت قطعة حـ هـ من القسى أما فى المريخ ١٦١

---

(١) سا : [ق : أ هـ ط]
(٢) سا : غير موجود
(٣) سا : القوس المعلوم
(٤) سا : الوتر
(٥) سا : فنسبته
(٦) سا : غير موجود
(٧) سا : معلومة
(٨) سا : معلومة — وفى ب : [فجميع قوس أ هـ معلوم] غير موجود
(٩) سا : غير موجود
(١٠) ف : حـ ب أ — وفى سـ : حـ ب ، أ هـ
(*) مقدمة ثانية : تعيين مقدار الخروج عن المركز للكواكب العلوية .

فى شكل (١٤١) نجد ثلاثة اشكال منفصلة كل واحد منها يخص كوكباً من الكواكب العلوية الثلاثة المريخ والمشترى وزحل والسبب فى ذلك هو أن بطليموس أراد أن يوضح مناقشته على أساس أرصاد فعلية للكواكب الثلاثة وبذلك إختلفت مواقع الأرصاد بين كوكب وآخر .

أما نص هذه المقدمة فهو : إذا رصد كوكب فى ثلاث نقط هى أ ، ب ، حـ وكانت نقطة د هى مركز البروج ووصلنا حـ د فقابل امتداده دائرة الحامل فى نقطة هـ فإنه يمكن معرفة القوس حـ ب أ هـ

المفروض أننا نعلم موقع مركز البروج د وكذلك موقع حـ أى نعرف هـ حـ ، هـ د

نصل هـ أ ، هـ ب ، أ ب ، د أ ، د ب ثم نسقط العمودين هـ ز ، هـ ع على أ د ، ب د (أو على امتداديهما) وكذلك العمود أ ط على هـ ب

زاويتا ب د حـ ، ب د هـ معلومتان

فى مثلث هـ د ع :

زاوية ع = ٩٠° ، زاوية هـ د ع = هـ د ب أو = ب د حـ حسب الشكل أى معلومة

∴ المثلث معلوم نسب أضلاعه ومنها $\frac{\text{هـ ع}}{\text{هـ د}}$

، ∵ القوس ب حـ معلومة

∴ زاوية ب هـ حـ المحيطية معلومة

لكنا عرفنا زاوية د هـ ع ∴ زاوية ب هـ ع تصبح معلومة

جزءا وسبع دقائق (١) ووترها (٢) هو (٣) حـ د (٤) (قيح) جزءا و (كب)

وفى مثلث ب هـ ع :

زاوية ع = ٩٠° ، زاوية ب هـ ع معلومة ، والنسبة $\frac{\text{هـ ع}}{\text{هـ د}}$ معروفة

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{\text{ب هـ}}{\text{هـ د}}$

وحيث أن زاوية أ د حـ معلومة

∴ زاوية أ د هـ = ١٨٠ − أ د حـ تصبح معلومة

وفى المثلث هـ ر د :

زاوية ر = ٩٠° ، زاوية ر د هـ معلومة ، الضلع هـ د معلوم

∴ باقى عناصر المثلث تصبح معلومة

وفى المثلث أ هـ ط :

زاوية ط = ٩٠° ، زاوية أ هـ ط معلومة (المحيطية التى تقابل أ ب) ، $\frac{\text{أ هـ}}{\text{هـ د}}$ معلومة

∴ عناصر المثلث تصير معلومة

وبذلك نكون قد عرفنا النسب $\frac{\text{أ ط}}{\text{هـ د}}$ ، $\frac{\text{ط ب}}{\text{هـ د}}$ ، $\frac{\text{هـ ب}}{\text{هـ د}}$ ، $\frac{\text{هـ ط}}{\text{هـ د}}$

وفى المثلث أ ط ب :

زاوية ط = ٩٠° ، النسبتان $\frac{\text{أ ط}}{\text{هـ د}}$ ، $\frac{\text{ط ب}}{\text{هـ د}}$ معلومتان

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{\text{أ ب}}{\text{هـ د}}$

لكن القوس أ ب معلوم بالرصد أو $\frac{\text{أ ب}}{\text{نصف قطر الدائرة}}$ معلوم

وكذلك $\frac{\text{أ ب}}{\text{أ هـ}} = \frac{\text{أ ب}}{\text{هـ د}} \times \frac{\text{هـ د}}{\text{أ هـ}}$ معلوم

لكن من ناحية أخرى $\frac{\text{أ ب}}{\text{أ هـ}} = \frac{\text{أ ب}}{\text{نصف القطر}} \times \frac{\text{نصف القطر}}{\text{أ هـ}}$

∴ يمكننا معرفة $\frac{\text{أ هـ}}{\text{نصف القطر}}$ ومن ذلك نعرف الوتر أ هـ ثم القوس أ هـ

وبذلك تصبح القوس حـ ب أ هـ المطلوب معلوما

(١) سا : [قسا ر] بدلا من [١٦١ جزءا وسبع دقائق]

(٢) سا : ووتره

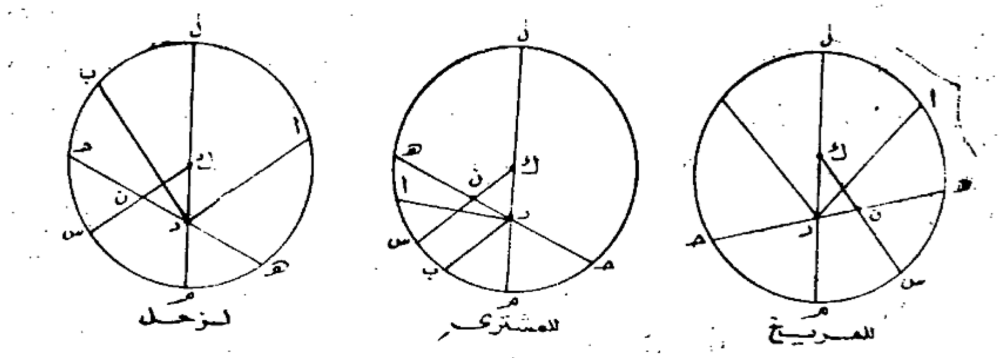
(٣) سا : ووتر

(٤) سا : حـ د هـ

دقيقة [1] وأما فى المشترى فخرج قوس جـ ب أ د [2] أقل من نصف دائرة [3] إذ خرج (قير) [4] جزءا وست دقائق [5] ووترها [6] وهو [7] حـ د هـ (قيط) جزءا و (ن) دقيقة [8] وأما فى زحل فخرج قوس جـ هـ الباقية (قسط) جزءا و (كد) دقيقة [9] والوتر (قيط) جزءا و (كح) دقيقة [10] ثم بين [11] من هذا مقدار الخروج عن المركز أما فى المريخ وزحل فلأن [12] مركز الحامل ولْيكن ك يقع لا محالة داخل قطعة هـ أ ب حـ [13] وأما فى المشترى ففى القطعة الأخرى إذ [14] إنما [15] تقع [16] فى القطعة الكبرى ولما كان أ ب أعظم القوسين فى المريخ وزحل فالمركز يقع فى قطاع أ ب فيهما وفى المشترى يقع فى مقابلة قطاع ب حـ [17] لأنه أعظم القطاعات التى فى جهة ب د [18] ولنجز [19] على ك ، د [20] المركزين [21] ل ك ، د م ومن ك على حـ هـ عمود ك ن إلى س ومعلوم أنه يقع على د هـ فى المريخ

---

(١) سا : [قسح كب] بدلا من [(قيح) جزءا و (كب) دقيقة]
(٢) سا : حـ د ، أ هـ
(٣) سا : الدائرة
(٤) فى هامش ب : قعد و
(٥) سا : [قعد و] بدلا من [(قير) جزءا وست دقائق]
(٦) سا : ووتر
(٧) سا : غير موجود
(٨) سا : [قيط ب] بدلا من [(قيط) جزءا ، (ن) دقيقة]
(٩) سا : [قسط كد] بدلا من [(قسط) جزءا ، (كد) دقيقة]
(١٠) سا : [قيط كح] بدلا من [(قيط) جزءا ، (كح) دقيقة]
(١١) سا : س
(١٢) سا : فإن
(١٣) سا : هـ أ ب ح
(١٤) سا : إذا
(١٥) سا : بما
(١٦) سا : يقع
(١٧) سا : حـ
(١٨) سا : ب د
(١٩) سا : ولنخرج
(٢٠) سا : ل
(٢١) سا : والمركزين



شكل (١٤٢)

والمشترى وعلى حـ د (١) فى زحل حيث (٢) منتصف (٣) أوتار حـ هـ ولأن د هـ معلوم فـ : حـ د الباقى معلوم ولأن (٤) د هـ (٥) فى د حـ وهو معلوم مساو لما يكون من د م فى ن د (٦) وإذا كان مربع (٧) ك د مشتركا كان جميع ذلك مساويا للمضروب ك م نصف (٨) القطر فى نفسه وهو معلوم لأن الخطوط كلها علمت بالنسبة اليه يذهب منه ن د فى د م يبقى مربع ك د فيكون ك د ضلع الباقى فهو معلوم ولأن حـ ن (٩) نصف حـ د بسبب تنصيف العمود (١٠) المركزى (١١) فهو معلوم و : حـ د معلوم فـ : ن حـ (١٢) معلوم (١٣) و : ك د معلوم فنسب مثلث د ك ن (١٤) معلومة (١٥) وزاوية ك معلومة فقوس م س معلومة و : حـ س معلومة (١٦) لأنها نصف

---

(١) سا : د حـ
(٢) ف ، سا : حتى
(٣) سا : تنتصف
(٤) سا : فلان
(٥) سا : و د
(٦) سا : ل د فى د م
(٧) سا : غير موجود
(٨) سا : فى نصف
(٩) ف : حـ ب
(١٠) سا : العمودى (١١) د : المركز
(١٢) ف ، سا : [فـ : ب د]
(١٣) سا : غير موجود
(١٤) ف : د ل ر - وفى سا : ل د ن
(١٥) سا : معلوم
(١٦) [و : حـ س معلومة] : غير موجود فى سا

حـ هـ لأن العمود يقع على نصف حـ هـ ونقطة ل على [1] مقابلة نقطة [2] م الأوج والحضيض معلومان بسبب زاوية هـ د ل في السفليين وهي [3] معلومة في نفسها وبسبب ك د ن [4] في زحل المعلومة فيعلم باقية هـ د ا [5] فبعد الأحوال عن الأوج معلوم [6] (*) وقوس ا ل [7] قد خرج بالحساب [8] في المريخ (لو) جزءا و (لا) دقيقة [9] وفي المشتري (عط) جزءا و (ل) دقيقة [10] وفي زحل (اط) [11]

---

(١) سا : على نقطة — (٢) سا : غير موجود

(٣) سا : فهي — (٤) ف : ك د ل

(٥) سا : هـ د ل — (٦) سا : معلومة

(*) تعيين مقدار الخروج عن المركز للكواكب العلوية : في شكل (١٤٢) نفرض أننا رصدنا الكوكب عن النقط الثلاث ا ، ب ، جـ وليكن مركز البروج نقطة د . نصل جـ د ونمده ليقطع دائرة الحامل في نقطة هـ .

حسب الأرصاد التي قام بها بطليموس ، يقع مركز الحامل ك في حالة كوكبي المريخ وزحل داخل القطعة هـ ا ب جـ بينما في حالة المشتري يقع خارجها .

نصل ك د ونمده من الناحيتين ليقابل دائرة الحامل في نقطتي ل ، م ونسقط العمود ك ق على حـ هـ ثم نمده ليقابل الدائرة في نقطة س .

∴ نقطة ق منتصف الوتر حـ هـ .

، ∵ د هـ معلوم ∴ حـ د معلوم .

لكن د هـ × د حـ = د م × ل د .

∴ يمكن معرفة د م × ل د .

لكن د م × ل د + ك د² = ك م² = مربع نصف القطر = معلوم .

∴ نستطيع إيجاد قيمة ك د .

وأيضا ك ق عمود من المركز على الوتر حـ هـ .

∴ حـ ق = $\frac{1}{2}$ حـ هـ = معلوم .

∴ حـ ق − حـ د = ق د = معلوم .

في المثلث القائم الزاوية د ك ق :

زاوية ق = ٩٠° ، والضلعان ك د ، ق د معلومان

∴ يمكن معرفة زاوية د ك ق

∴ قوس م س المقابلة لها تصبح معلومة

وكذلك قوس حـ س لأنها نصف القوس حـ هـ

∴ قوس حـ م تصير معلومة

ومن ذلك نستطيع أن نعلم زاوية هـ د ل

يصبح بعد ذلك من السهل معرفة بعد جميع الأوضاع بالنسبة للأوج نقطة ل

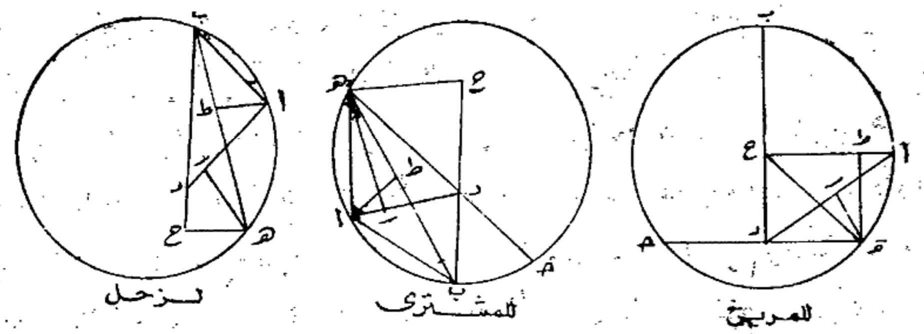
(٧) سا : ب م — (٨) سا : غير موجود

(٩) سا : [لو ق] بدلا من [(لو) جزءا ، (لا) دقيقة]

(١٠) سا : [عط ل] بدلا من [(عط) جزءا ، (ل) دقيقة]

(١١) ف : يط

جزءا و (يب) دقيقة (١) ولأن زاوية مركز البروج معلومة فما(٢) يوترها (٣) من(٤) كل (٥) قوس معلوم (٦) من فلك البروج فمواضع الأوجات (٧) معلومة وخروج الخط الواصل بين المركزين (٨) بالأجزاء التي بها نصف القطر ستون (٩) أما في المريخ (يـ د) (١٠) وأما في المشترى (هـ كب) (١١) وأما في زحل (ر ح) .



شكل (١٤٣)

ثم شرع في إبانة التفاوت الذى يوجبه الحق والذى تساهل فيه لما أخذ المعدل (١٢) مكان الحامل وذلك التفاوت هو قوس من فلك البروج رسم (١٣) بإزائها (١٤) زاوية على مركز من خطين يخرجان منه إلى الحامل وإلى المعدل في جهة واحدة فابتدأ أولا فبين مايقع من ذلك (١٥) في رصد الحال الأولى(١٦) لكل كوكب والأشكال متقاربة

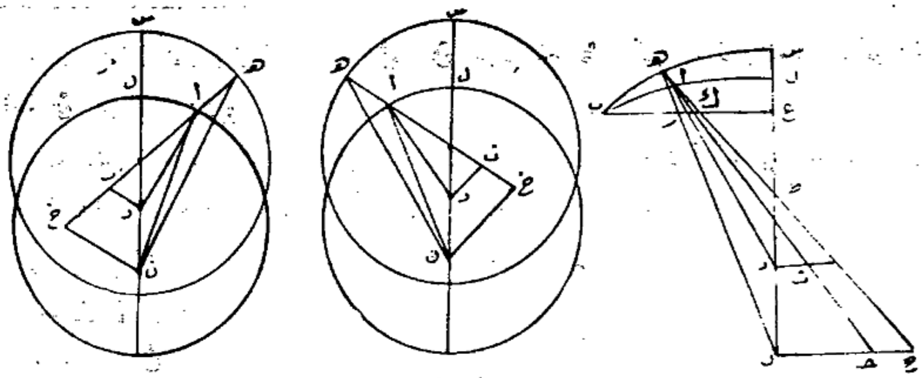
---

(١) سا : [ب ه يب] بدلا من [(نط جزءا ، (يب) دقيقة]
(٢) سا : ب ا (٣) سا : يوتره
(٤) سا : غير موجود
(٥) سا : ل ل
(٦) سا : معلومة
(٧) سا : الأوج (٨) [بين المركزين] : غير موجود في سا
(٩) ب : ستين
(١٠) سا : [ب حـ د] بدلا من (يـ د) — وفي ف : [ف : حـ د]
(١١) سا : [ه كحـ] بدلا من [ه كب]
(١٢) سا : الحق
(١٣) سا : قسم — وفي هامش ب : قسم
(١٤) سا : بإزائه
(١٥) [من ذلك] : غير موجود في سا
(١٦) سا : الأول

فى الحقيقة إلا أنه وضع فى المشترى وزحل دوائر تامة ووضع فى المريخ قسيا وقطاعات يحتاج إليها وغير الحروف بينها فإنه وضع الشكل فى المريخ على الحروف التى كانت فى الشكل الذى فيه ثلاث دوائر متقاطعة واقتصر فى زحل والمشترى على الحامل والمعدل وأورد فى المريخ قوسا من البروج ونحن وضعنا الصورة (١) على ما وضع وأما الحروف فجعلناها على هيئة واحدة بحسب ما كنا وضعنا فى الشكل الذى من تلك الدوائر وأول هذه الأشكال موضوعة للحال الأولى فلتكن س ه المعدل و : ا ل الحامل : و ث خ : فى المريخ البروج والمراكز كما كانت فى الشكل المقدم وخط (٢) س ل د ن (٣) يمر عليها ويصل (٤) المراكز بالنقط ونخرج ط (٥) إلى ه ونصل ه ن (٦) ونخرج عمودى د ث ، ن ح (٧) على ه ط خ (٨) فلأن زاوية ه ط س معلومة ف : د ط ث (٩) معلومة (١٠) و : ط د معلوم على أنا نضعه أنه نصف ط ن المعلوم وقائمة ث (١١) معلومة فمثلثا ط د ث ، ط ن خ (١٢) معلومان ولأن د ث (١٣) معلوم ومجموع زاويتى د (١٤) معلوم (١٥) و : ث (١٦) قائمة فمثلث د ا ث (١٧) معلوم الأوضاع والزوايا ف : ث ا (١٨) معلوم (١٩) و : د ا معلوم و : خ ا (٢٠) معلوم ف : ن ا

---

(١) ف : الصور (٢) سا : [و : خ ط]
(٣) ف : س ل د ن – وفى سا : س ل و ن
(٤) سا : وتصل (٥) سا : ط
(٦) ف : ه ر
(٧) سا : د ب ، ن ح
(٨) ف ، سا : ه ط ح
(٩) سا : [ف : د ط ب]
(١٠) سا : معلوم
(١١) سا : د
(١٢) سا : [ط د ب] بدلا من [ط د ث ، ط ن خ]
(١٣) سا : د به
(١٤) فى هامش ب : (قوله زاوية د معلومة غير بين وإذا لم يظهر علم هذه الزاوية لم يعلم المثلث وفى الأصل عرف المثلث بسبب ضلعى د ت ، د ا وقائمة ت)
(١٥) سا : معلومة
(١٦) سا : [و : ب]
(١٧) سا : د ا ب
(١٨) سا : [ف : ب ا]
(١٩) ف : فى الهامش
(٢٠) سا : [و : ح ا]



لـزحـل　　　للمشـترى　　　للمـريـخ

شـــــكل (١٤٤)

معلوم فمثلث ن ا ح معلوم (١) و : ط هـ معلوم أيضا لأنه مساو ل : د ا ف : ح ط هـ كله معلوم ف : هـ ن (٢) الموتر معلوم وزوايا مثلث ن هـ خ (٣) القائم الزاوية (٤) معلوم (٥) و : ث خ (٦) معلوم فزوايا مثلث ر ا ح (٧) القائم الزاوية معلومة (٨) فباقية ا هـ ن (٩) معلومة (١٠) فقوس ك ر (١١) التي يوترها (١٢) في فلك البروج معلومة (١٣) (*) وخرجت (١٤) في المريخ (١٥) (لب) (١٦)

---

(١) [فمثلث ن ا ع معلوم] : غير موجود في سا

(٢) سا : [فـ : هـ ب]

(٣) سا : هـ ن ع ، و : ح ا

(٤) [القائم الزاوية] : غير موجود في سا

(٥) في هامش ب : [و : ع ا معلوم]

(٦) سا : [و : ب ع]

(٧) سا : ن ا ع

(٨) ف ، سا : معلوم

(٩) سا : ا ب ن

(١٠) سا : معلوم

(١١) ف ، سا : ك ن

(١٢) سا : يوتره

(١٣) سا : معلوم

(١٤) سا : وخرج

(١٥) سا : غير موجود

(١٦) سا : اثنان وثلاثون

(*) تصحيح النتائج بالتفرقة بين المعدل والحامل :

في المناقشات السابقة أعتبر بطليموس أن دائرة المعدل هي دائرة الحامل ، وهنا يناقش الفرق الذي يحدث من هذا الافتراض .

في شكل (١٤٤) نفرض س هـ المعدل ، ا ل الحامل ، ك ع البروج في كوكب المريخ .

وليكن الخط المار بالمراكز هو س ل د ن حيث نقطة ط مركز المعدل ونقطة د مركز الحامل ، ونقطة ن مركز البروج .

ملحوظة : لم يحدد ابن سينا هذه المراكز بل قال « والمراكز كما كانت فى الشكل المقدم » ولكن يتضح من سياق الحديث أنه يقصد المراكز المذكورة فى شكل (١٤٠) .

ولنفرض أن نقط رصد الكوكب هى أ ، ب ، حـ

نمد ط أ ليقابل المعدل س هـ فى نقطة هـ

ونصل هـ ن فيقطع البروج فى نقطة ر

نسقط العمودين د ث ، ن غ على امتداد ط أ

∵ زاوية هـ ط س معلومة بالرصد

∴ زاوية د ط ث المقابلة لها بالرأس معلومة

، ∵ البعد ط ن بين مركزى المعدل والبروج معلوم

∴ ط د = ½ ط ن = معلوم

وفى المثلث ط د ث :

زاوية ث = ٩٠° ، وزاوية ط معلومة والضلع ط د معلوم

∴ يمكن أن نعرف زاوية ث د ط والضلع د ث

وفى المثلث ط ن غ :

زاوية غ = ٩٠° ، وزاوية ط معلومة والضلع ط ن معلوم

∴ يمكن أن نعلم زاوية غ ن ط وضلعى غ ن ، غ ط

وفى المثلث د أ ث :

زاوية ث = ٩٠° والضلع د ث معلوم

وزاوية أ د ث = ث د ط + أ د ط = معلومة

∴ نعرف الضلعين ث أ ، د أ

وبمثل ما تقدم يمكن معرفة الضلعين غ أ ، ن أ

لكن ط هـ = د أ = معلوم

∴ المستقيم غ ط هـ = غ ط + ط هـ = معلوم

وفى المثلث غ ن هـ :

زاوية غ = ٩٠° ، والضلعان غ ن ، غ هـ معلومان

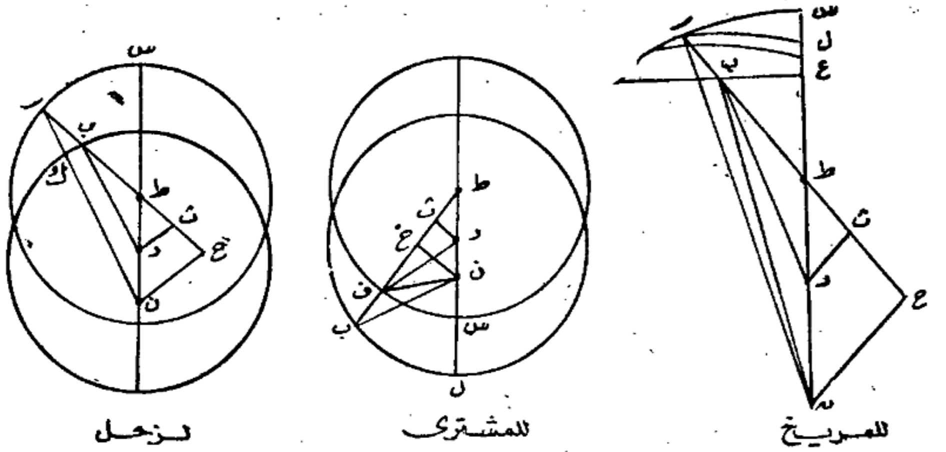
∴ يمكن معرفة زاوية غ ن هـ

∴ القوس ل ر المقابلة لها عند البروج تصبح معلومة وهى الفرق المطلوب .

وقد خرج هذا الفرق فى المريخ ٣٢′ وفى المشترى ٣′ وفى زحل ٣′

ملحوظة : نهاية البرهان فى المخطوطات غير مستقيمة كما أن الأشكال غير كاملة البيانات بالإضافة إلى أن شكل (١٤٣) الموجود فى هامش المخطوط (ف) لم يستخدم .

دقيقة (١) وفى المشترى ثلاث دقائق وفى زحل ثلاث (٢) دقائق . وأما (٣) أشكال الحال الثانية فهى هذه لكن ر (٤) فيها (٥) بدل ه (٦) ، ب بدل ا وذلك معلوم وجهاتها(٧) على ما يوجبه الحال وقد عمل(٨) فى معرفة زاوية ر ن ب (٩) ما عمل(١٠) فى تلك (*) فخرج أما فى المريخ (لح)(١١) دقيقة وفى (١٢) المشترى دقيقة (١٣)



شكل (١٤٥)

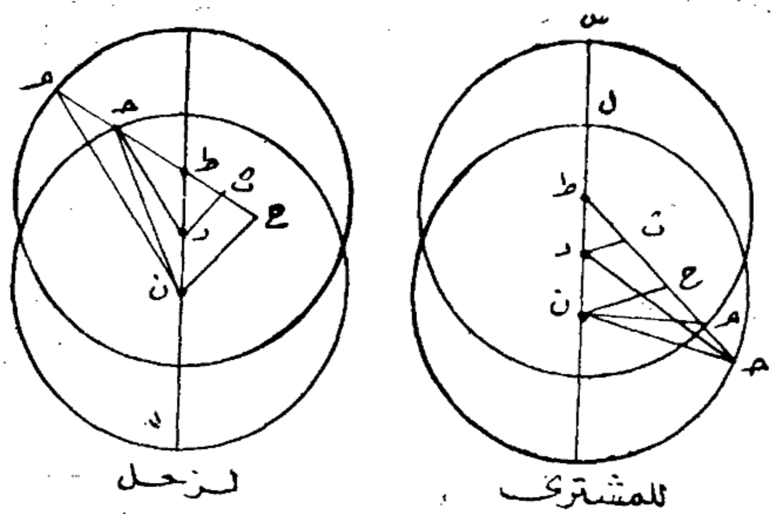
---

(١) سا : دقيقة فى المريخ
(٢) سا : تسع – وفى ب بين السطرين : تسع
(٣) ف : فأما
(٤) سا : فى
(٥) سا : غير موجود
(٦) سا : غير واضح
(٧) سا : واحملها
(٨) سا : علم
(٩) سا : ن ر
(١٠) د : ماعلمت

(*) تابع تصحيح النتائج بالتفرقة بين المعدل والحامل :
كانت المناقشة السابقة بالنسبة لرصد الكوكب فى نقطة أ ، وهنا أعتبر الحالة التى تم الرصد فيها فى نقطة ب ، وقد سار البرهان كما فى الحالة السابقة . وقد خرج الفرق فى المريخ ٣٣′ وفى المشترى دقيقة واحدة وفى زحل ٦′ (شكل ١٤٥)

(١١) ب : قثلا ثقـوثلا ثوق
(١٢) ب : وأما فى
(١٣) ب : فلدقيقة

واحدة وفى زحل (١) ست دقائق فبين أن البعد الأول الذى يرى هو (٢) لك ل أصغر من الوسط . وأما أشكال الحال الثالثة فهى (٣) هذه لكن م (٤) فيها بدل هـ ، حـ بدل ا وجهاتها على ما يوجبه الحال وذلك معلوم وقد عمل (٥) فى معرفة زاوية حـ ن ح (٦) ما عمل قبل (**) فخرجت أما فى المريخ ف : ن (٧) دقيقة وفى المشترى (د) (٨) دقائق (٩) وفى زحل ى (١٠) دقائق (١١) ثم أخذ يبين أن (١٢) النسب فى الخطوط والزوايا إذا كانت على ما وضعت خرجت



شكل (١٤٦)

---

(١) ب : ستة

(٢) ب : وهو – وفى هامش ا : يعنى فى الشكل الذى فيه الأشكال أمامه

(٣) ف : وهى (٤) ف ، ب : ح

(٥) ب : علم (٦) ف ، ب : حـ ب ح

(**) تابع تصحيح النتائج بالتفرقة بين المعدل والحامل :

اعتبر هنا حالة رصد الكوكب فى نقطة حـ (شكل ١٤٦) وقد تبين أن الفرق فى حالة المريخ ٥٠َ وفى المشترى ٤َ وفى زحل ١٠َ

(٧) سا : ل

(٨) ف : هـ ر – وفى سا : ستة أجزاء

(٩) سا : دقيقتان

(١٠) سا : عشر

(١١) سا : دقائق فشكل زحل قريب مما فى الحالة الثانية – وفى هامش ب : وشكل زحل قريب مما فى الحالة الثانية

(١٢) سا : أن فى

نسب الأحوال الثلاثة المرصودة (١) على مارصدت وأشكال الأحوال الثلاثة متشابهة فى الثلاث إلا إذا كانت مختلفة الجهات فيقع (×) فى جوانب مختلفة وحكمها واحد وكانت حروف (٢) المريخ على حدة غير حروف الآخرين (٣) : فجعلنا حروف الثلاثة واحدة وجعلنا للمريخ وزحل شكلا واحدا وللمشترى شكلا واحدا (٤) على حدة لاختلاف جهتى العمل أما (٥) الشكل للحال الأولى (٦) فالدائرة للحامل فقط وقطر (٧) ه ر (٨) يمر على تلك النقط (٩) بعينها ولنصل نقطة ا (١٠) التى (١١) هى للحال (١٢) الأولى بالمراكز والأعمدة كما كانت فلأن زاوية اط ه بالقياس إلى المعدل معلومة ف : د ط ث (١٣) معلومة (١٤) فمثلثا د ط ر ، ن ط ح (١٥) معلومان و : د ا معلوم يصير على عكس ماقيل را (١٦) معلوما ويصير (١٧) ن ا (١٨) معلوما وزاوية ا معلومة يبقى (١٩) من زاوية ح ن ا زاوية ه ن ا إحدى مقابلتى ه ط ا معلومة وخرج بالحساب مثل الرصد بالتقريب (*) .

---

(١) سا : الموضوعة

(×) إبتداء من هنا حدث خلط كبير فى المخطوط سا

(٢) د : حروف ر ع

(٣) فى هامش ب : الأخرى

(٤) ب ، د : غير موجود

(٥) د : فأما

(٦) ب : فى الهامش

(٧) ف ، د : وقطره

(٨) ف ، د : ق

(٩) ب : النقطة

(١٠) بين السطرين فى ف : س

(١١) ب : غير واضح

(١٢) د : الحال

(١٣) ف : [ف : د ط ر] – وفى د : [ذ : د ط ب]

(١٤) [ف : د ط ر معلومة] فى هامش ف

(١٥) ف : د ط ر ، ب ط ع – وفى د : و ط ت ، ب ط ع

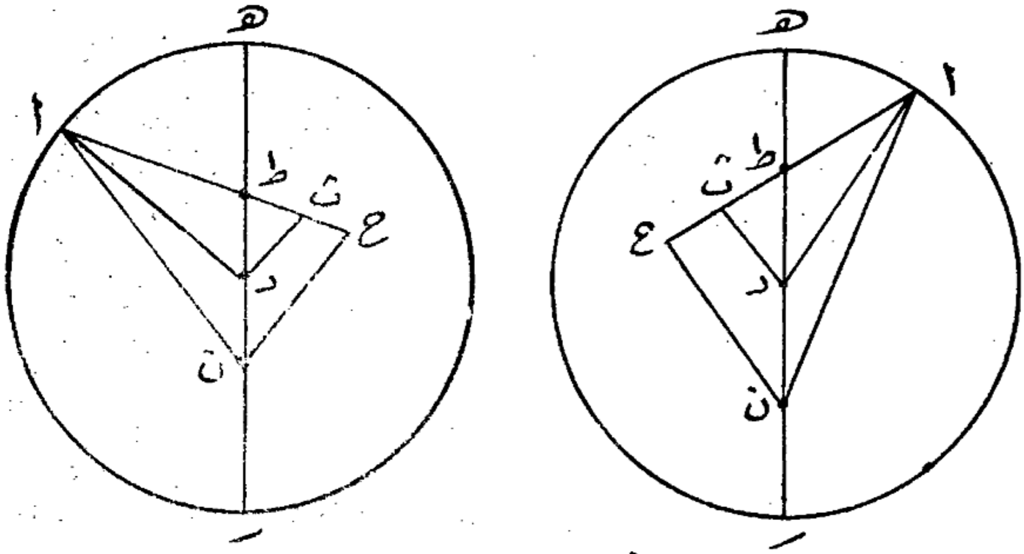
(١٦) د : ب ا

(١٧) د : فيصير

(١٨) د : ر ا

(١٩) فيبقى

(*) تصحيح النتائج بالتفرقة بين المعدل والحامل إذا كانت الأرصاد فى الجهة الأخرى :



لزحل — للمشترى والمريخ

شكل (١٤٧)

وأما للحال (١) الثانية (٢) فيعلم زاوية هـ ن ب (٣) من قوس هـ ب (٤) ويخرج كالمرصود (**) .

هنا أخذ الرصد عند نقطة **ا** (شكل ١٤٧ -- الشكل ينقصه تحديد إسم الكوكب الذى يخص كل رسم) والدائرة تمثل الحامل حيث نقطة د مركزها ، نقطة ط مركز المعدل ، ونقطة ن مركز البروج .

نصل خط المراكز هـ **ط** د **ن** والمستقيمات **ا ط** ، **ا** د ، **ا ن** ونسقط الأعمدة د ث ، **ن ع** على المستقيم **ا ط**

∵ زاوية **ا ط** هـ عند مركز المعدل معلومة وهى تساوى د **ط** ث

∴ مثلثا د **ط** ث ؛ **ن ط ع** معلوما الزوايا والأضلاع

∴ يمكن معرفة **ا ع** = **ا ط** + **ط ع** وكذلك **ع ن**

∴ نستطيع معرفة الضلع **ا ن** وزاوية **ا** وزاوية **ا ن ع**

ومن ذلك نعرف أيضا زاوية هـ **ن ا** = **ا ن ع** - **ط ن ع**

وهذه الزاوية تماثل زاوية هـ **ط ا** عند مركز البروج وقد خرج الحساب مثل الرصد تقريبا

ملحوظة البرهان فى المخطوطات غامض وغير واضح

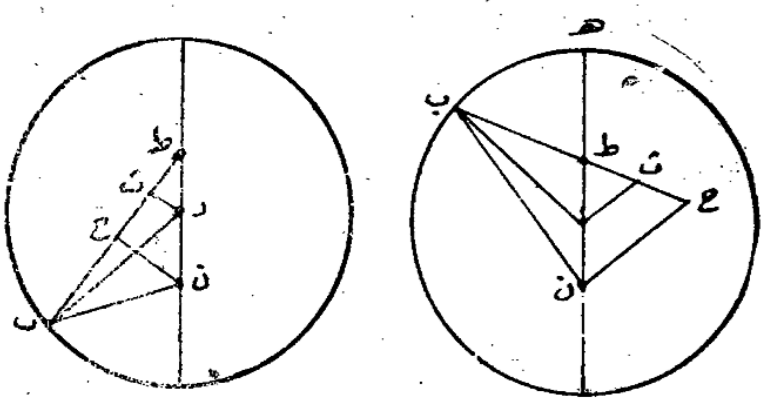
(١) د : الحال (٢) ف : الثالثة

(٣) د : **و**

(٤) د : هـ **ن ب**

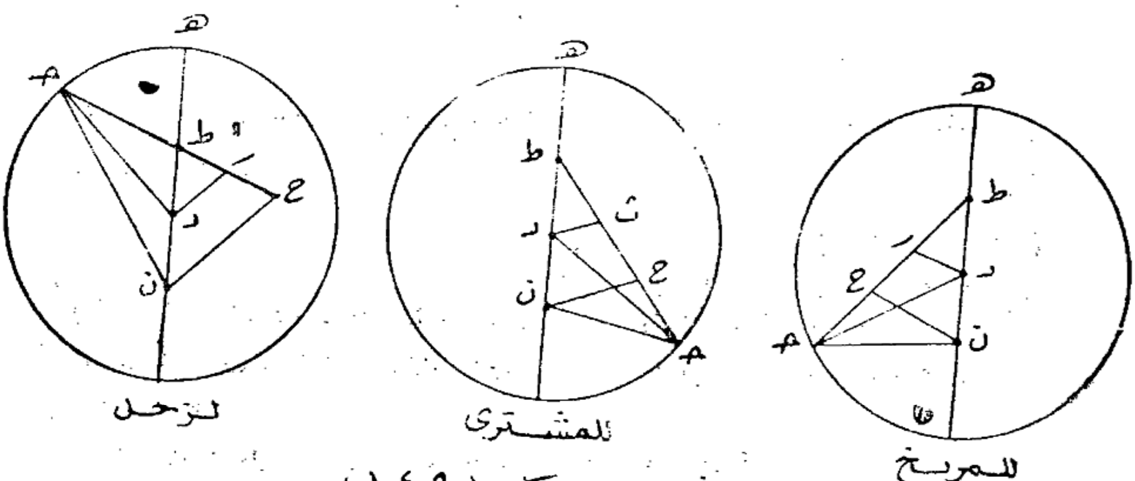
(**) تابع تصحيح النتائج

هنا اعتبر الرصد عند نقطة **ب** (شكل ١٤٨) والبرهان مثل الحالة السابقة . ومن معرفة زاوية **هـ ط ب** يمكن معرفة زاوية هـ **ن ب** وكانت نتيجة الحساب أيضا مثل الأرصاد



شــكل (١٤٨)

وأما للحالة (١) الثالثة فتعلم هذه كما علمت تلك وتخرج الزاوية التى عند مركز البروج كما خرجت تلك مطابقة للرصد .(*) .



شـــكل (١٤٩)

ثم أخذ يبين من هذا الذى بان (٢) مكان الكوكب من تدويره وبعده من الحضيض ولتكن (٣) نقطة حـ للحال الثالثة وعليها فلك تدويره(٤) ك ل م ولنصل ن حـ يقطع التدوير على ك فيكون عليه الكوكب ونصل ط إلى م ونصل ن ح ونجعل للمريخ

---

(١) د : الحال

(*) تابع تصحيح النتائج :

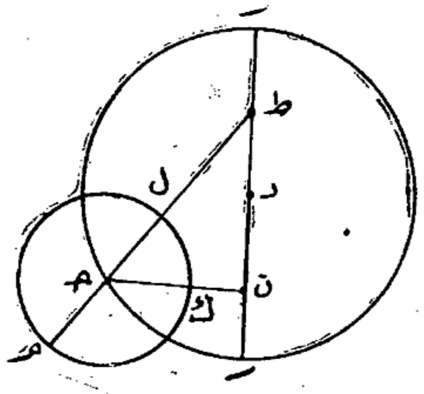
رصد الكوكب عند نقطة حـ (شكل ١٤٩) والبرهان والنتائج كما سبق

(٢) د : غير موجود

(٣) د : فلتكن

(٤) د : تدوير

وزحل شكلا واحدا على أن حـ أقرب فى زحل (١) إلى هـ ونجعل للمشترى شكلا على حدة فلأن الكوكب يكون فى أحوال طرف الليل على خط حـ ن فيكون هو لا محالة



للمريخ وزحل

شكل (١٥٠)

على ك. ولأن كل (٢) واحدة من زاويتى حـ ط هـ، حـ ط ر اللتين للمسير الوسط معلومة وزاوية رن حـ (٣) معلومة يبقى (٤) ك حـ ن (٥) معلومة فتصير (٦) زاوية (٧) حـ ط (٨) معلومة وهو (٩) اختلاف الكوكب وبعده من الأوج فى الحال الثانية (١٠) فيكون بعد مركز التدوير من أوج الحامل وبعد الكوكب من أوج التدوير معلومى (١١) التاريخ (١٢) بالرصد (١٣) الثالث (*).

---

(١) د : ز ط (٢) د : ل ل

(٣) ف : ر ب حـ – وفى د : هـ ن حـ

(٤) د : ويبقى

(٥) د : ل د ل

(٦) د : تصير

(٧) د : غير موجود

(٨) ب : غير واضح – وفى د : م ع ل

(٩) د : واهو

(١٠) د : الثالثة (١١) د : معلوما

(١٢) د : و التاريخ (١٣) للرصد

(*) تعيين موضع الكوكب فى تدويره وبعده عن الحضيض :

فى شكل (١٥٠) نفرض دائرة الحامل مركزها نقطة د، ومركز المعدل نقطة ط، ومركز البروج نقطة ن وليكن الكوكب عند نقطة حـ.

فصـــل

فى معرفة مقادير أفلاك تداوير الكواكب الثلاثة (١)

ثم أخذ يبين نسب (٢) قطرى التدوير والخارج لكل (٣) كوكب بشكل وكل شكل مبنى على رصد الكوكب وتعلم(٤) موضعه من البروج ثم تعكس وتعرف المدة بينه وبين إحدى (٥) الحالات (٦) الثلاث (٧) من الأحوال المذكورة ويسير (٨) الوسط (٩) والاختلاف ويعرف بعد وسطه إذ ذاك (١٠) من أوج الحامل (١١) وبعد اختلافه من أوج التدوير ويعرف بالرصد بعده (١٢) أيضا من الأوج فى فلك البروج أما(١٣) المريخ فرصد بالقياس فرصد إلى السماك الأعزل وإلى(١٤) القمر وقد(١٥) قوم (١٦) مكانه بانحرافه فكأن قد وجد فى القوس (ا لو) والمشترى بالقياس إلى

نريسم حول حـ دائرة تمثل فلك التدوير ل ل م وليقطع ن حـ فى نقطة ل ، ط حـ فى نقطتى ل ، م

∵ الكوكب فى أول الليل أو فى آخره يقع على الخط حـ ن

∴ نقطة ل هى موضعه حينئذ

، ∵ زاويتى المسير الوسط بالنسبة إلى مركز المعدل ط هما زاويتى حـ ط هـ ، حـ ط ر وهما معلومتان ، كما أن زاوية ر ن حـ معلومة

∴ بعد الكوكب من الأوج = زاوية ن حـ ط

= حـ ط هـ - (١٨٠ - ر ن حـ) معلوم

وكذلك يمكننا أيضا معرفة بعد مركز التدوير عن أوج الحامل

(١) [فصل فى معرفة مقادير أفلاك تداوير الكواكب الثلاثة] : غير موجود فى ب ، د

(٢) ب ، د : نسبة (٣) د : وهو لكل

(٤) د : تعلم (٥) د : أحد

(٦) د : الحال

(٧) ب : الثلاثة — وفى د : الثالثة

(٨) د : ويصير

(٩) د : بالوسط

(١٠) د : ذلك

(١١) ف : الحال

(١٢) ف : بعد

(١٣) ب : وأما

(١٤) د : و

(١٥) د : غير موجود

(١٦) د : مقوم

الدبران والقمر فكان في الجوزاء (يه مه) وأما زحل فرصد بالقياس إلى الدبران والقمر أيضا فكان في الدلو أجزاء وجزءا من (يه) من جزء [1] فأما الشكل المبني على ذلك للمريخ فهو ليكن [2] ا ب حـ حول د فلك الحامل و : هو مركز البروج و : ر مركز المعدل وعلى ب تدوير ك ط ح [3] ولنوصل ب هـ ، ب د ، ب ر وليكن الكوكب على ن [4] من التدوير ولنوصل [5] ب ن ، هـ ن [6] وعلى هـ ن عمود ب س وعلى ب ر [7] عمودا د م ، هـ ل فلأن زاوية ا د ب [8] وهي وسط المريخ معلومة [9] بالتاريخ فـ : ب ر حـ معلومة [10] فيصير مثلث ر د م معلوم [11] النسب و : م د ، د ب معلوما ومثلث د م ب معلوما ويصير م ب معلوما ويصير مثلث ر ل هـ معلوما ويصير مثلث هـ ل ب [12] معلوما [13] ولأن زاوية حـ هـ س وهي بعد الكوكب بالرؤية [14] عن الحضيض من الحامل معلومة [15] و : حـ هـ ب [16] لأنها مساوية لزاويتي ب ، ر [17] معلومة [18] فباقية ب هـ س معلومة و : س قائمة و : هـ ب معلوم فيصير مثلث [19] هـ ب س معلوما

---

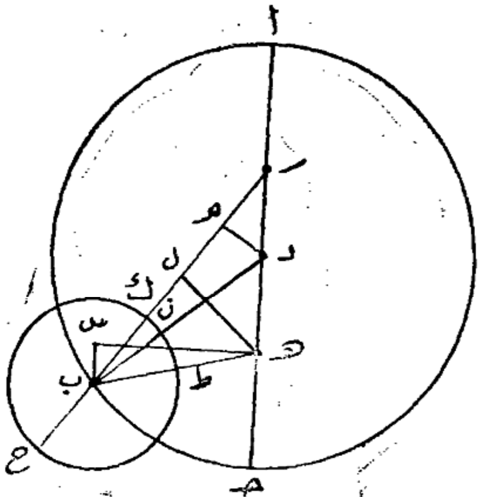
(1) د : [ط يه] بدلا من [(ط) أجزاء وجزءا من (يه) من جزء]
(2) د : فليكن (3) د : بدل ط ع
(4) د : ر
(5) [ب هـ ، ب د ، ب ر وليكن الكوكب على ن من التدوير ولنوصل] : في هامش ف
(6) د : [ر ب ن] بدلا من [ب ن ، هـ ن]
(7) د : ر ب
(8) د : ا ر ب
(9) د : معلوم
(10) د : معلوم
(11) د : معلوما
(12) ف : هـ ل ذ
(13) [ومثلث هـ ل ب معلوما] : غير موجود في د
(14) د : فالرؤية
(15) د : معلوم
(16) د : [و : هـ ع ب]
(17) د : [ب] بدلا من [ب ، ر]
(18) د : ومعلوم
(19) د : غير موجود

ولأن قوس (١) ن ك معلوم لأنه بعد الكوكب(٢) فى تدويره (٣) عن الحضيض الوسط فزاوية ك ب ن معلومة فتعلم(٤) زاوية ن هـ ب من جملة ر هـ ب المعلومة فيبقى(٥) هـ ب ن (٦) معلومة لأن(٧)زاوية د هـ ب (٨)معلومة فتصير زاويةس ن ب معلومة فيصير مثلث س ن ب بالأجزاء التى بها د ب ستون (٩) معلوما وإن شئت أسقطت ن ب هـ (١٠) من زاوية (١١) س ب هـ بقيت س ر ن معلومة ومثلث(١٢)س ن ب(١٣)معلوما ويخرج نسبةب ن إلى د ب نسبة(لط)(١٤)إلى (س)(*).

---

(١) د : موتر
(٢) ب : الكواكب
(٣) د : تدوير
(٤) د : فتعلم
(٥) د : يبقى
(٦) ف : هـ س – وفى د : هـ ن ب
(٧) د : ولأن
(٨) ب : غير واضح وفى د : هـ ب
(٩) ب : ستين – وفى د : ستقن
(١٠) د : ب ن هـ
(١١) [من زاوية] : فى هامش ب
(١٢) [بقيت س ر ن معلومة ومثلث] : غير موجود فى د
(١٣) د : ستين
(١٤) د : يط ن
(*) تعيين نسبة قطر التدوير إلى قطر الخارج
أولا : فى حالة المريخ :
فى شكل (١٥١) نفرض ا ب حـ الحامل ومركزه نقطة د ، ونقطة هـ مركز البروج ، نقطة ر مركز المعدل . وليكن فلك التدوير على مركز ب
نصل ب هـ ، ب د ، ب ر فيقطع ب هـ أو إمتداده محيط التدوير فى نقطة ط ، يقطع ب ر محيط التدوير فى نقطتى ل ، ع
فإذا فرضنا أن الكوكب عند نقطة ن ، نصل ب ن ، هـ ن ونسقط من نقطة ب العمود ب س على هـ ن وكذلك من نقطتى د ، هـ العمودين د م ، هـ ل على ب ر
زاوية الوسط للمريخ هى ا د ب وهى معلومة
∴ زاوية ب ر حـ معلومة
∴ المثلث ر د م يصبح معلوما
ومن ذلك يمكن معرفة الضلعين م د ، د ب
والمثلث د م ب يصير معلوما ومنه تعلم الضلع م ب

وأما الشكل (١) للمشترى (٢) فهذا (٣) بعينه ولكن وقع فيه فلك التدوير من الجانب الآخر من الحامل وأقرب (٤) إلى الحضيض منه (٥)



شكل (١٥١)

إلى الأوج ونقطة ك الكوكب أعنى ن خارجا عن دائرة الحامل إلى ما يلى أوجها

وعلى ذلك يصبح المثلثان ر ل هـ ، هـ ل ب معلومان

، ∵ زاوية حـ هـ س = البعد المرئى للكوكب عن الحضيض من الحامل

وزاوية حـ هـ ب معلومة لأنها تساوى مجموع زاويتى ب ، ر

∴ زاوية ب هـ س تصير معلومة

وفى المثلث ب هـ س :

زاوية س = ٩٠° ، وزاوية ب هـ س معلومة والضلع هـ ب معلوم

∴ المثلث معلوم الزوايا والأضلاع

لكن القوس ن ل = بعد الكوكب عن الحضيض الوسط = معلوم = زاوية ل ب ن

∴ يمكن معرفة زاوية ن ب هـ حيث أن زاوية ر ب هـ معلومة

وبذلك تصبح زاوية س ن ب معلومة

ونتيجة لذلك تصبح أضلاع المثلث س ن ب معلومة بالنسبة للضلع د ب

∴ يمكن معرفة نسبة المستقيم ب ن (نصف قطر التدوير) إلى د ب (نصف قطر الخارج)

وقد خرجت النسبة = $\frac{٣٩}{٦٠}$ فى حالة المريخ

(١) ف : بين السطرين

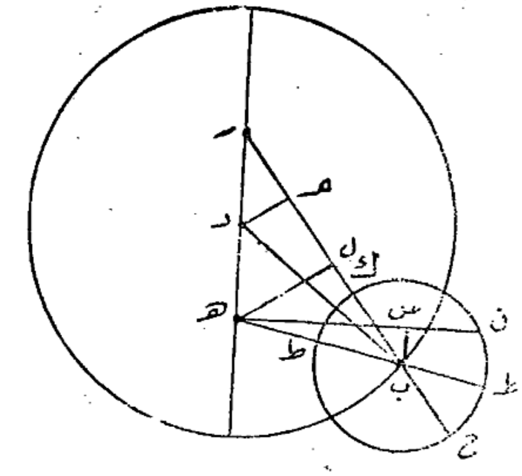
(٢) د : غير موجود

(٣) ف ، د : فهكذا

(٤) د : أقرب

(٥) د : فيه

وأخرج (١) فيه خط من مركز البروج إلى الأوج بالرؤية وأخرجت الأعمدة ثم يعلم سائر ما يطلبه(٢) على ما علم هنالك (**) وخرج بالحساب نسبة نصف قطر

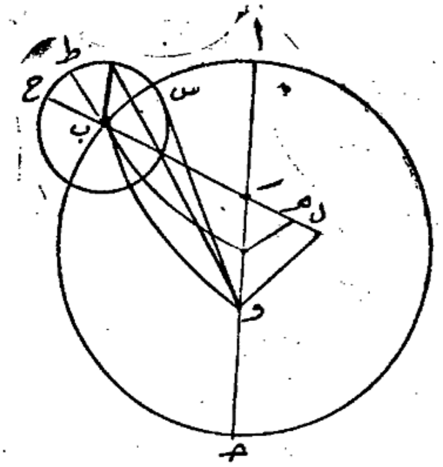


شكل (١٥٢)

التدوير نسبة (يا ل)(٣) إلى ستين (٤) وأما لزحل فإن فلك التدوير إلى الجانب الذى كان للمريخ إلا أن الأعمدة من ه تقع عليه فى القطعة الأخرى والكوكب فى فلك التدوير خارجا عن الحامل إلى جهة الأوج ويعلم أيضا خط ب ك (٥) كما علم ر ب(٦) (*) ويخرج ستة أجزاء ونصفا (٧) بما (٨) به (٩) نصف قطر الحامل ستون (١٠) .

---

(١) د : فأخرج
(٢) د : ماتطلبه
(**) ثانيا : فى حاله المشترى :
شكل (١٥٢) مماثل لشكل (١٥١) فيما عدا وقوع فلك التدوير فى الجانب الآخر من الحامل وأقرب إلى الحضيض والكوكب خارجا عن دائرة الحامل ناحية أوجها . أما البرهان فهو مثل ماسبق فى حالة المريخ وكانت النسبة $\frac{11,5}{60}$
(٣) د [يا] بدلا من [يال]
(٤) د : س
(٥) ب : غير واضح – وفى د : ب ن
(٦) ف : ه ن ب – وفى د : ته
(*) ثالثاً : فى حالة زحل :
هذه الحالة مثل حالة المريخ إلا أن الكوكب يقع خارجا عن الحامل ناحية الأوج (شكل ١٥٣) والبرهان مثل السابق أما النسبة فقد خرجت $\frac{6,5}{60}$
(٧) د : [د ل] بدلا من ستة أجزاء ونصفا – وفى ب : ونصف
(٨) د : بما
(٩) د : غير موجود
(١٠) ب : ستين – وفى د : غير واضح



شكل (١٥٣)

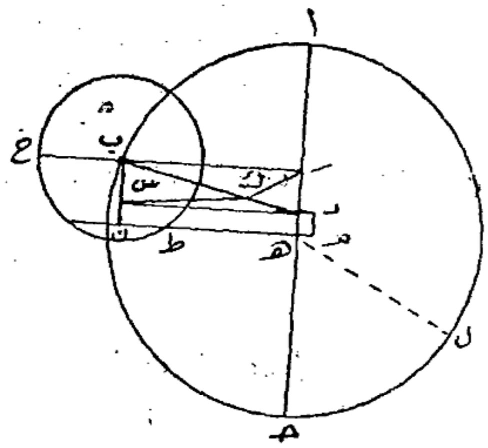
فصل

فى تصحيح حركات هذه الكواكب الدورية (١)

ثم شرع بعد ذلك فى تصحيح حركات(٢) هذه الكواكب الدورية وهو تعديلها وبين لكل واحد على حدة . أما المريخ (٣) فأخذ رصدا قديما معلوم التاريخ رصد فيه المريخ فوجد ساترا للكوكب (٤) الشمالى من جبهة العقرب وعلم موضعه فى ذلك التاريخ فوجب أن يكون فى ذلك الوقت على جزئين وأربع دقائق من العقرب وهو موضع المريخ وعرف أوجه أيضا لذلك الوقت فعرف بعده من الأوج وأما المشترى فأخذ رصدا قديما (٥) لتاريخ معلوم وجده فيه ساترا للكوكب المعروف بالحمار (٦) الجنوبى فوجب أن يكون موضعه بموجب التاريخ من السرطان (ر لح) (٧) وعرف أيضا بعده من الأوج حينئذ بالوسط والرؤية (٨) . وأما لزحل فأخذ رصدا قديما له قد كان ما بينه فيه وبين منكب السنبلة الجنوبى قدر أصبعين فوجده(٩) بموجب (١٠)

(١) [فصل فى تصحيح حركات الكواكب الدورية] : غير موجود فى سا ، د
(٢) ف : غير موجود
(٣) د : للمريخ
(٤) د : الكواكب
(٥) د : قائما
(٦) د : بالجهاره
(٧) ف : ر لح
(٨) د : غير واضح
(٩) د : غير موجود
(١٠) د : فوجب

التاريخ أن يكون فى السنبلة (ط ل) (١) وعرف أيضا بعده من الأوج وسطا ومرئيا فلما عرف هذا بين المطاوب وبأشكال . فالشكل المبين ذلك للمسيح فليكن (٢) فيه حروف للقطر وحرف المركز (٣) للتدوير (٤) كما كان ولنصل ر ب ، دب (٥) كما كان (٦) وليكن موضع الكوكب على ط ولنصل ﻫ ط (٧) ، ب ط ولنخرج عمود رك على د ب و : د م على ﻫ ط و : ب ن على ﻫ ط أيضا و : د س على ب ن والمطلوب معرفة ح ط ونخرج ﻫ ل يوازى ب ط وأما خط د م فهو مواز لا محالة لخط ب ن لأن الزاويتين قائمتان ويكون (٨) سطح (٩) د م ن س لا محالة قائم الزاوية وزاوية ل ﻫ ﺣ التى تفعلها الشمس بعد نصف دائرة من ا معلومة (١٠) و : ﺣ ﻫ ط معلومة لأن موضع ط معلوم بالرصد وموضع ﺟ معلوم لأنه حضيض الحامل فجميع زاوية ط ﻫ ل معلومة ف : ب ط ﻫ المبادلة لها معلومة لأن ﻫ ل ، ب ط



شكل (١٥٤)

---

(١) د : ط ﻫ
(٢) د : ليكن
(٣) د : مركز
(٤) د : التدوير
(٥) د : ا ب ، و ب
(٦) [ولنصل ر ب ، د ب كما كان] : فى هامش ب - وفى ف : غير موجود
(٧) [ولنصل ﻫ ط] : فى هامش ف
(٨) د : يكون
(٩) د : غير موجود
(١٠) د : معلوم

متوازيان و : ن قائمة فمثلث ب ط ن معلوم النسب و : ب ط معلوم المقدار فمثلث ن ط ب معلوم ولأن زاوية ا ه ط معلومة بالرصد فباقية ر ه م معلومة ومثلث د ه م معلوم (١) وكان ب ن (٢) معلوما يبقى ب س معلوما (٣) و : د ب معلوم و : س قائمة فمثلث د ب س معلوم من زاوية قائمة وضلعين ويعلم زاوية (٤) ب د س (٥) ويحصل زاوية ب د ه بأسرها معلومة ويصير زاوية ر د ك معلومة وزاوية ك قائمة يكون مثلث (٦) ر د ك (٧) المعلوم منه ضلع ر د معلوما فنعلم زاوية د ر ك (٨) ثم يعلم مثلث ر ب ك (٩) فيعلم جميع زاوية ب ر د فباقية ا ر ب (١٠) بل ر ب (١١) معلومة (١٢) فقد حصل أن زاوية ب ر ا معلومة (١٣) وهو الوسط وزاوية ح ب ط معلومة من وجهين من معرفة الزوايا التى عند ب ومن نقصان الوسط عن مسير الشمس (*)

---

(١) فى هامش ب : ولأن د م معلوم ف : س ه معلوم – وفى د : معلوم ف : س ن معلوم

(٢) د : من – وفى ف : ب ر

(٣) [يبقى ب س معلوما] : غير موجود فى ف

(٤) د : مثلث

(٥) د : ا ر س – وبين السطرين فى ب : مثلث ه ع م

(٦) د : غير موجود

(٧) د : ب د ك

(٨) ف : ر د ك

(٩) ف : د ن ك – وفى ب : : ب ك

(١٠) ف : ا ر ن

(١١) ف : د ب

(١٢) د : معلوم

(١٣) د : معلوم

(*) تصحيح الحركات الدورية للكواكب

أولا فى حالة المريخ :

فى شكل (١٥٤) ليكن ا ب حـ الحامل ومركزه نقطة د ومركز البروج نقطة ه ، ومركز المعدل نقطة ر .

ولنفرض أن فلك التدوير مركزه نقطة ب وأن الكوكب عند نقطة ط .

نصل ر ب ونمده ليقطع محيط التدوير فى نقطة ع ونصل د ب ، ه ط ، ب ط

نسقط الأعمدة ر ك على د ب ، د م على ه ط ، ب ن على ه ط ، د س على ب ن

والمطلوب معرفة مقدار ح ط

نرسم المستقيم ه ل يوازى ب ط

∵ د م يوازى ب ن والمستقيم د س يوازى م ن وزوايا م ، ن ، س قائمة

∴ الشكل د م ن س مستطيل

زاوية ل هـ حـ = مسير الشمس بعد نصف دائرة من أ = معلومة

، ∵ حـ حضيض الحامل معلوم ، والكوكب ط معلوم بالرصد

∴ زاوية حـ هـ ط تصبح معلومة

∴ زاوية ط هـ ل = ط هـ حـ + ل هـ حـ = معلومة

، ∵ المستقيم هـ ل يوازى ب ط

∴ زاوية ب ط هـ = ط هـ ل = معلومة

وفى المثلث ب ط ن :

زاوية ن = ٩٠° ، زاوية ب ط ن = ١٨٠ – ب ط هـ معلومة ، ب ط = نصف قطر التدوير معلوم

∴ تصبح أضلاع المثلث معلومة ومنها ب ن

لكن الزاوية أ هـ ط = موضع الكوكب وهو معلوم بالرصد

∴ زاوية ر هـ م = ١٨٠ – أ هـ ط تصبح معلومة

من ذلك يصبح المثلث د هـ م معلوم الأضلاع والزوايا

∴ يمكن أن نعلم الضلع د م والزاوية م د هـ

∴ ب س = ب ن – س ن = ب ن – د م يصير معلوما

وفى المثلث د ب س :

زاوية س = ٩٠° ، والضلع ب س معلوم ، والضلع د ب = نصف قطر الحامل معلوم

∴ يمكن أن نعرف زاوية ب د س

لكن زاوية هـ د س = ٩٠ – م د هـ = معلومة

∴ نعرف زاوية ب د هـ = ب د س + هـ د س

∴ زاوية ر د ك = ١٨٠ – ب د هـ تصير معلومة

وفى المثلث ر د ك :

زاوية ك = ٩٠° وزاوية ر د ك معلومة والضلع د ر معلوم

∴ نعرف من ذلك زاوية د ر ك والضلع ر ك

وفى المثلث ر ب ك :

زاوية ك = ٩٠° والضلعان ر ك ، ر ب معلومان

فتصير زاوية ب ر ك معلومة

∴ زاوية ب ر د = ب ر ك + د ر ك معلومة

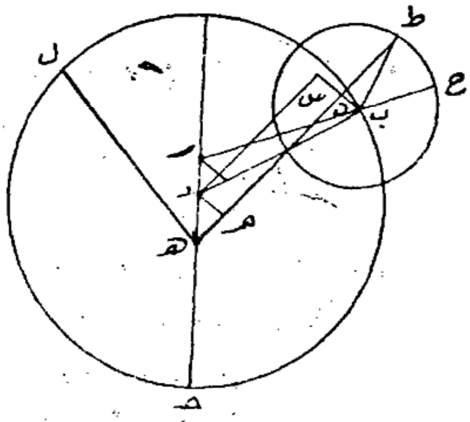
، زاوية أ ر ب = ١٨٠ – ب ر د تصبح معلومة

لكن زاوية أ ر ب هى الوسط

∴ زاوية ع ب ط = مسير الشمس – الوسط = معلومة وهو المطلوب

ومن ناحية أخرى يمكن معرفة زاوية ع ب ط من الزوايا عند نقطة ب ، لأننا عرفنا مثلث د ب س أى عرفنا زاوية د ب س ، وكذلك عرفنا مثلث ب ط ن أى عرفنا زاوية ن ب ط

وقد خرج بالحساب مائة وتسعة عشر جزءا واثنتين وأربعين دقيقة (١)
وأما الشكل المبين (٢) للمشترى فوقع فلك التدوير فيه إلى(٣) الجانب الآخر أقرب من الأوج ووقع عمود د س(٤)على ب ن(٥) خارجا عن ن (٦) وأعمدة ر ك (٧) ، د م (٨) إلى جانب واحد يلى فلك التدوير و : ه ل إلى الجانب المخالف للتدوير يكون لا محالة سطح د س ن م (٩) متوازى الأضلاع لأن زوايا ن ، س ، م منه



شكل (١٥٥)

قائمة (١٠) فتعلم(١١) زاوية ب ر ا من معرفة زاوية ب رح وتعلم زاوية ح ب ط من معرفة زاوية ا ه ل . وأما (١٢) شكل زحل فبهذه الصورة ويعلم كما علم ذلك (*) وإذا

∴ زاوية ط ب د = د ب س − ن ب ط = معلومة
وفى المثلث ر ب ك عرفنا زاوية ر ب ك
∴ زاوية ط ب ر = ط ب د + ر ب ك = معلومة
∴ زاوية ع ب ط = ١٨٠ − ط ب ر وهو المطلوب

(١) د : [يط مد] بدلا من [مائة وتسعة عشر جزءا واثنتين وأربعين دقيقة]
(٢) د : غير موجود (٣) د : غير موجود
(٤) ب : غير واضح (٥) ف : ب د
(٦) ف : د (٧) ف ، د : ر د
(٨) ب : فى الهامش − وفى ف ، د : غير موجود
(٩) ف : د س ر م − وفى د : ح ب س م
(١٠) د : غير موجود
(١١) د : فيعلم
(١٢) د : أما
(*) ثانيا فى حالتى المشترى وزحل :
أخذ التدوير فى الناحية الأخرى من الأوج (شكل ١٥٥) والبرهان مماثل لما سبق

علم وسط كل واحد واختلافه للتاريخ المفروض وكان علم التاريخ للحال الثالثة والمدة بينهما معلومة فيعلم أنه كم يسير فى تلك المدة (١) كم فى الوسط وكم فى الاختلاف ويسير على ذلك (٢) إلى ذلك (٣) الوقت الذى لتاريخ بختنصر (٤) وهو وقت (٥) التحصيل .

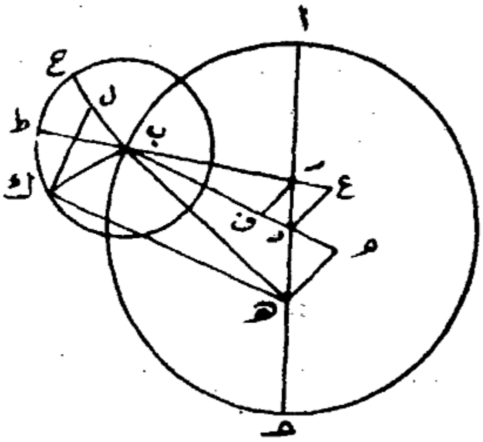
فصل

فى معرفة المسيرات الخفية من الحركات الدورية (٦)

وأما الشكل المبين لهذه (٧) الأحوال بالعكس وهو أن (٨) يبين كيف يعلم من الوسط والاختلاف الموضع المرئى أعنى من زاوية ا ر ط (٩) ومن (١٠) ك ب ط زاوية ا هـ ك وذلك يسهل (١١) بعد أن نخرج هـ ب إلى ح ونصل (١٢) د ب ونخرج عمود ك ل (١٣) من ك موضع الكوكب على هـ ح ويحفظ الشكل على صورته إلا ما نحذفه عنه فيحتاج (١٤) أولا أن يعرف زاوية أ د ب (١٥) بمثل ما عرف للشمس (١٦) فى الخارج المركز مثلا بأن نخرج عمود د ع على ر ب وعمودى ر ف ، هـ م (١٧) على د ب (١٨) فيعلم مثلث د ر ع من زاويتى ع القائمة و : ر (١٩) المقاطعة فيعلم

---

(١) د : [فى كم مدة يسير] بدلا من [كم يسير فى تلك المدة]
(٢) د : ذلك ثم يسير ذلك
(٣) د : غير موجود (٤) ف : بخت نصر
(٥) د : قريب
(٦) [فصل فى معرفة المسيرات الخفية من الحركات الدورية] : غير موجود فى ما ، د
(٧) د : هذه (٨) د : أنه
(٩) ف : ا د ب - وفى د : ا ر ب
(١٠) د : و
(١١) د : سهل
(١٢) د : فصل
(١٣) ب ، ف : ط ل - وفى د : ل
(١٤) د : ويحتاج
(١٥) ب : غير واضح
(١٦) ف : الشمس
(١٧) ف : ر ب ، هـ م
(١٨) [وعمودى ر ف ، هـ م على د ب] : غير موجود فى د
(١٩) ف : [و : ن]



شكل (١٥٦)

مثلث ع د ب من ضلعيه والقائمة فيعلم زاوية ب منه و : ب ر د الباقية معلومة يبقى زاوية ر د ب من جملة زاوية ع د ب معلومة وزاوية ف (١) قائمة فيعلم (٢) مثلث (٣) ر د ف (٤) ومثلث ه د م (٥) الشبيه بمثلث ر د ف (٦) المساوى له ومثلث ه م ب من ضلعى م ب ، م ه (٧) وقائمة م (٨) فتصير جميع زاوية ر ب ه (٩) بل ك ب ل (١٠) بل مثلث ك ب ل (١١) القائم الزاوية بل مثلث ه ل ك لمجموع (١٢) ضلع واحد من (١٣) ه ب ، ب ل وضلع آخر (١٥) وهو (١٦)

---

(٦) د : ب
(٢) د : يعلم
(٣) د : مثلثا
(٤) فى هامش ب : ر ب ف — وفى د : ر د ف ، ر ب ف
(٥) د : و ه م
(٦) د : ر د ط
(٧) د : ب ، م ه
(٨) بين السطرين فى ب : معلومة
(٩) د : ا د ب
(١٠) ف : ك ل
(١١) ف : ك ل — وفى د : ب ك ل
(١٢) ف : بمجموع
(١٣) د : مكرر
(١٤) د : ا ح
(١٥) ب ، د : ه و

ل ك [1] قائمة ل فتعلم زاوية ل هـ ك بل جميع ا هـ ك [2] فقد كان علم زاوية ا هـ ب(*) .

---

(١) فى هامش ب : ر ك

(٢) د : ا هـ ك بل جميع ا هـ ل

(*) تعيين الموضع المرئى من معرفة الوسط والاختلاف :

فى شكل (١٥٦) نفرض أن نقطة د مركز الحامل ، هـ مركز البروج ، ر مركز المعدل ، وليكن مركز فلك التدوير عند ب والموضع المرئى للكوكب عند نقطة ك .

فإذا كان امتداد المستقيم ر ب يقطع التدوير فى نقطة ط فإن زاوية ا ر ط هى الوسط ، وزاوية ك ب ط الاختلاف بينما الزاوية المرئية ا هـ ك .

نصل هـ ب ونمده ليقطع فلك التدوير فى نقطة ع وكذلك نصل د ب

نسقط العمود ك ل على هـ ع والعمود د ع على ر ب والعمودين ر ف ، هـ م على د ب فى المثلث د ر ع :

زاوية ع = ٩٠° ، زاوية د ر ع = ا ر ط = معلومة ، د ر معلوم

∴ ينتج الضلع د ع معلوماً

فى المثلث ع د ب :

زاوية ع = ٩٠° ، والضلعان د ع ، د ب معلومان

∴ نعلم من ذلك زاوية د ب ع

لكن زاوية ب ر د = ١٨٠ - ا ر ط = معلومة

∴ زاوية ر د ب = ١٨٠ - (د ب ع + ب ر د) معلومة

وفى مثلث ر د ف :

زاوية ف = ٩٠° ، زاوية ر د ب معلومة ، ر د معلوم

وكذلك فى المثلث هـ د م :

زاوية م = ٩٠° ، وزاوية هـ د م = ر د ب معلومة ، هـ د معلوم

∴ يمكن معرفة الضلعين م هـ ، م د

وفى المثلث هـ م ب :

زاوية م = ٩٠° ، والضلع م هـ معلوم ، والضلع م ب = م د + د ب معلوم

∴ تصبح زاوية هـ ب م معلومة

∴ زاوية ر ب هـ = ع ب د + د ب م = ع ب ط تصير معلومة

لكن زاوية الاختلاف ك ب ط معلومة

∴ زاوية ك ب ل = ع ب ط + ك ب ط معلومة

وفى المثلث ك ب ل :

زاوية ل = ٩٠° ، وزاوية ك ب ل معلومة ، الضلع ك ب معلوم

ينتج من ذلك معرفة الضلعين ك ل ، ب ل

وفى المثلث هـ ل ك :

فصـــل

فى عمل (١) جداول الاختلافات (٢)

ثم وضع (٣) لكل واحد (٤) من هذه المسيرات جداول (٥) كل جدول خمسة وأربعون بيتا خمسة عشر بيتا منها للأجزاء القريبة من الأوج وتفاضلها ستة (٦) وثلاثون بيتا منها للأجزاء الحضيضة متفاضلة بثلاثة ثلاثة إذا كان القريب من الأوج يقل فيه التفاوت فى التعديل قريب (٧) فى السطرين الأولين الأعداد من و(٨) إلى (قف) صاعدا فى الحساب نازلا فى التدوير من ا (٩) ومن (شند) إلى (قف) نازلا فى الحساب صاعدا فى التدوير وفى السطر الثالث ما يجب من الزيادة والنقصان للتعديلين (١٠) لو كان المركز على المعدل بعينه وفى الرابع التعديل الذى (١١) يجب من (١٢) كون (١٣) المركز (١٤) على الحامل المركز الخارج وثبت (١٥) فيه (١٦) التفاوت بين ذلك وبين الذى بحسب المعدل وإنما أفرد جدولا إذ كان قد أفرد للنظر

زاوية ل = ٩٠° ، الضلع ك ل معلوم ، الضلع ه ل = ه ب + ب ل = معلوم

∴ تصير زاوية ل ه ك معروفة

∴ زاوية ا ه ك = ا ه ب + ل ه ك = معلومة وهو المطلوب

(١) ب : علم

(٢) [فصل فى عمل جداول الاختلافات] : غير موجود فى د ، سا

(٣) د : وضع جداول

(٤) [واحد من] : غير موجود فى د

(٥) د : غير موجود

(٦) د ، ف : غير موجود

(٧) د : فريب

(٨) د : سته

(٩) د : [تا] بدلا من [من ا]

(١٠) د : التعديلين

(١١) د : غير موجود

(١٢) ف : لو

(١٣) ف : كان

(١٤) (على المعدل بعينه وفى الرابع التعديل الذى يجب من كون المركز) : فى هامش ب

(١٥) د : ويثبت

(١٦) د : منه

فيه بحثا (١) ولو جعلت لك كله في جدول واحد بأن نورد (٢) ما يجتمع منها (٣) حيث يزاد (٤) الفضل أو ما (٥) يبقى حيث ينقص الفضل لكان كافيا والصف (٦) السادس ويذكره قبل الخامس للبيان يشتمل على التعديل الذى يلحق فلك التدوير بحسب كون مركز التدوير على البعد الأوسط (٧) والخامس يشتمل على التفاوت الذى بين التعديل الوسط (٨) وبين التعديل الذى في البعد الأبعد والسابع يشتمل على (٩) مثل ذلك التفاوت بين الوسط والأقرب والثامن على نسبة فضل تفاوت ما بين تعديل البعد الأوسط وتعديل بعد آخر لدرجة أخرى دون (١٠) درجة الأوج إلى الحضيض (١١) إلى التفاوت الذى بين التعديل الوسط وتعديل البعد الأبعد (١٢) أو الأقرب وذلك في جدولين أولهما (١٣) حيث يكون البعد دون (١٤) الوسط والثانى حيث يكون البعد فوق الوسط والجدول الأول يبتدئ من فضل التعديل الأزيد ويجعله (س) (١٥) وهو الأصل ثم رتب (١٦) ما هو أنقص فأنقص بمنسوبه (١٧) إلى (س) (١٨) والجدول الآخر بالعكس للتفاوت الأول من أول بيت في الجدول حيث انتهى وللتفاوت الثانى من آخر البيت إلى حيث اتصل بالأول فجعل فيها التفاوت الأعظم

---

(١) د : بحث

(٢) د : يورد – وفى ف : غير واضح

(٣) د : منها

(٤) ف : يراد

(٥) د : وما

(٦) د : وفى الصف

(٧) د : الوسط

(٨) (والخامس يشتمل على التفاوت الذى بين التعديل الوسط) : غير موجود فى د

(٩) [يشتمل على] : غير موجود فى د

(١٠) ب : فى الهامش

(١١) د : [أو الحضيض] بدلا من [إلى الحضيض]

(١٢) ف : مكرر

(١٣) د : غير موجود

(١٤) ف : فى الهامش

(١٥) د : ستين

(١٦) د : يرتب

(١٧) د : منسوبه

(١٨) د : ستين

وجعله رأس الصف فوقع فى الخامس (س س)(1) إذ (2) كانا على وضع متعاكس مثال هذا التفاوت فى زحل أنه إذا كان بين (3) أوج الحامل وبين مركز تدويره ثلاثون (4) جزءا كان لنا أن نتعرف (5) الزوايا التى تكون (6) عند مركز البروج التى توتر نصف قطر تدويره التى تحيط بكل التعديل على ما علمت فى مواضع تعرفنا (7) من جهة العلم بمقدار نسبة نصف قطر التدوير إلى نصف قطر الحامل وإلى الواصل بين المركزين فإذا علمنا حينئذ زاوية التعديل التى توتر نصف قطر التدوير (8) يثبت (9) ويحفظ وقد خرج مثلا (10) لزحل (11) (ه نه) (12) ثم تقايس (13) ذلك بزواياه (14) لو كان فى الأبعاد الثلاثة الأبعد والأوسط والأقرب مثل ما أن زحل لو كان فى البعد الأوسط لكانت الزاوية تكون (و يح)(15) ولو كان فى البعد الأبعد لكان تعديله (ه نح)(16) ولو كان فى البعد الأقرب لكان تعديله (و لو) وفضل الأوسط على الأبعد (ح ك)(17) وفضل الأوسط على الذى بعده ثلاثون (18) درجة (ه يرل) (19) ونسبة فضل الأوسط على الذى (20)

---

(1) د : ستين ستين

(2) د : إذا

(3) د : غير موجود

(4) د : ثلاثين

(5) د : نعرف

(6) د : غير موجود

(7) د : يعرفنا

(8) (إلى نصف قطر الحامل وإلى الواصل بين المركزين فإذا علمنا حينئذ زاوية التعديل التى توتر نصف قطر التدوير) : فى هامش ب

(9) د : فيثبت

(10) د : مثل

(11) د : الزحل

(12) ف : ه يه

(13) د : تقاس

(14) د : فزواياه

(15) ف : و لح

(16) د : ه لح – وفى ف : ه يح

(17) د ، ف : ه ك

(18) د : ثلاثين

(19) د ، ف : ه يرل

(20) ب ، د : غير موجود

بعده (١) ثلاثون (٢) درجة (٣) إلى فضل الأوسط على الأعظم الذى هو (حـ ك) (٤) نسبة (حـ نب ل) (٥) إلى (٦) (حـ س) فأثبتنا هذه الدقائق (٧) فى الصف الثامن الذى هو دقائق فضل الوسط بإزاء ل حرفا (٨) ولو كان أقرب إلى الحضيض منه إلى الأوج فكان (٩) مثلا بدل ثلاثين جزءا مائة وعشرون (١٠) جزءا لكان التفاوت ينسب إلى الفضل بين الوسط والأول والأقل (١١) وعلى هذا حسب أيضا التفاوت الذى يلحقه من جهة أجزاء فلك التدوير .

فصل

فى حساب مسير الكواكب الخمسة فى الطول (١٢)

وإذا أردنا أن نقوم الكواكب الخمسة فإنا نأخذ أجزاء الوسط (١٣) لها وأجزاء (١٤) اختلافها (١٥) بحسب التاريخ (١٦) وذلك هو البعدان من الأوجين فيدخل أجزاء (١٧) الوسط فى أحد الجدولين الأولين ونأخذ ما بإزائه من التعديل فى الجدول الثالث مع الذى يلحقه (١٨) من الزيادة والنقصان فى الجدول الرابع فينقص أو يزيد (١٩) على ما علمت

---

(١) ب ، د : بعد (٢) ب ، د : ثلاثين
(٣) د : غير موجود (٤) د ، ف : ه ك
(٥) د : نب ل — وفى ف : ه ب ل
(٦) فى هامش ب : إلى (قف) فلنضع (نب ل) فى الصف الثامن الذى هو دقائق فضل الوسط والاول
(٧) د : [فنضع (نب ل)] بدلا من [فأثبتنا هذه الدقائق]
(٨) د : غير موجود
(٩) د : وكان
(١٠) د : وعشرين
(١١) ب : فى الهامش — وفى د : غير موجود
(١٢) (فصل فى حساب مسير الكواكب الخمسة فى الطول) : غير موجود فى د ، ضا
(١٣) د : الوسطه
(١٤) ب : فأجزاء
(١٥) د : اختلافه
(١٦) فى هامش ب : وذلك هو البعد
(١٧) د : آخر آخر
(١٨) د : تلحقه
(١٩) د : ويزيد

فحينئذ يتعدل الطول فيأخذ العدد الذى يعدل ويدخله (١) الجدول وتأخذ (٢) ما بإزائه (٣) فى الصف السادس فإن كان البعد هو البعد (٤) الأوسط فقد أصبنا وإن كان بين الوسط والأوج أخذنا ما بإزائه من الخامس أيضا وعدلناه بالثامن بالنسبة كما علمت مرارا ونقصناه (٥) من الذى للوسط وإن كان أقرب من الحضيض أخذنا ما بإزائه من السابع وعدلناه بالثامن بالنسبة كما علمت مرارا وزدناه على الذى للوسط فما اجتمع فهو التعديل الذى بحسب التدوير فإن كان جزء التدوير دون مائة وثمانين (٦) زدناه على الطول المعدل وإن كان فوق مائة وثمانين (٧) نقصناه من الطول المعدل (٨) فيكون ذلك موضع الكوكب معدلا (٩) .

تمت المقالات التاسعة والعاشرة والحادية عشر .... والحمد لله رب العالمين وصلى الله على سيدنا محمد وآله الطاهرين (١٠)

---

(١) د : وتدخل
(٢) د : وتأخذ
(٣) د : من
(٤) (هو البعد) : فى هامش ف
(٥) د : ثم نقصناه
(٦) د : وستين
(٧) ف : قف
(٨) (وإن كان فوق مائه وثمانين نقصناه من الطول المعدل) : فى هامش ب
(٩) د : مقوما
(١٠) ب : تمت المقالا التاسعة والعاشرة والحادية عشر ولله الحمد كثيرا — وفى د : تمت المقالة الحادية عشر وفيها التاسعة والعاشرة بحمد الله وحسن توفيقه .

المقالة الثانية عشر

فى مايحتاج إلى تقديمه فى معرفة رجوع الكواكب الخمسة

المقالة الثانيـــة عشرة

فى ما يحتاج إلى تقديمه
فى معرفة رجوع الكواكب الخمسة (١)

قال إن جماعة من المتقدمين الرياضيين مثل أبلونيوس الذى هو (٢) من أهل برغامس وغيره من(٣) العاملين على أن الاختلاف واحد وهو الذى من قبل الشمس بينوا أنه لو(٤) كان الاختلاف على أصل فلك تدوير يتحرك مركزه على حامل موافق وكان للكوكب عند الأوج مسير إلى المشرق فإنه إذا فصل(٥) الخط الخارج من البصر فلك(٦) التدوير على نسبة تكون نسبة نصف الوتر الذى فى فلك التدوير منه إلى باقى الخط وهو ما بين البصر ومحيط التدوير على(٧) نسبة (٨) سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب فإن النقطة التى قطعها الخط من التدوير هى الحد الذى عنده الوقوف وإذا جازه(٩) الكوكب إلى الحضيض كان راجعا قال وإن كان ذلك بأصل الخروج(١٠) فذلك(١١) إنما يقدر ويكون له وجه إذا(١٢) فرض للعلوية(١٣) فقط التى يجوز لها أن تبعد عن الشمس كل البعد وأما السفلية فليس لها ذلك قالوا فحينئذ إذا كان مركز الخارج يتحرك حول مركز البروج كحركة

---

(١) (المقالة الثانية عشر فى ما يحتاج إلى تقديمه فى معرفة رجوع الكواكب الخمسة) : غير موجود فى د

(٢) د : غير موجود

(٣) د : غير موجود

(٤) د ، ف : إذا

(٥) د : اتصل

(٦) د : إلى فلك

(٧) د : غير موجود

(٨) د : كنسبة

(٩) د : جاوزه

(١٠) د : الخروج وحده

(١١) د : وذلك

(١٢) د : غير موجود

(١٣) د : الكواكب العلوية

الشمس أعنى كوسط الكوكب(١) واختلافه وكان الكوكب يتحرك على الخارج حركة اختلافه على السرعة فإذا جاز خط (٢) ما (٣) على(٤) البصر ينتهى إلى الخارج(٥) مجازا بحيث تكون نسبة نصف الخط بأسره إلى أصغر قسميه المفصولين بالبصر وهو مركز البروج كنسبة سرعة الخارج إلى سرعة الكوكب كان موضع الخط هو حد الوقوف فإذا جازه إلى الحضيض رؤى(٦) راجعا قال (٧) والفرق بين الاعتبارين أنه (٨) فى أصل التدوير كانت النسبة مفصلة وكان نسبة نصف الوتر إلى جميع الخارج من الدائرة وفى(٩) أصل الخروج النسبة مركبة والنسبة نسبة نصف الخط كله إلى طائفة منه وهو أقصر القسمين المفروضين(١٠) فيه بالبصر (*) قال وهم بينوا (١١) هذا المعنى بطريق ونحن نبينه بطريق أسهل من طريقهم يستمر فى أصلى (١٢) التدوير والخارج يريد (١٣) أن يبين أن نسبة أقرب البعد إلى أبعد البعد للكوكب على أصل التدوير قد

(١) د : الكواكب (٢) د : ذلك

(٣) د : الخط

(٤) د : عن

(٥) فى هامش ب : فى الجهتين — وفى د : الخارج فى الجهتين

(٦) د : رى

(٧) د : غير موجود

(٨) ب ، د : أن

(٩) د : من

(١٠) فى هامش ب — المفترقين — وفى د : المفترضين

(*) نظرية رجوع الكواكب :

(أ) فى حالة فلك التدوير إذا كانت $\frac{\text{نصف جزء خط البصر الواقع داخل فلك التدوير}}{\text{باقى الخط}} = \frac{\text{سرعة التدوير}}{\text{سرعة الكوكب}}$

فإن موضع الكوكب حينئذ يكون موضع وقوف ، والقوس بين ذلك الموضع والحضيض يكون فيها الكوكب راجعا

(ب) فى حالة الفلك الخارج المركز للكواكب العلوية إذ كانت

$\frac{\text{نصف خط البصر}}{\text{أصغر جزءيه}} = \frac{\text{سرعة الخارج المركز}}{\text{سرعة الكوكب}}$

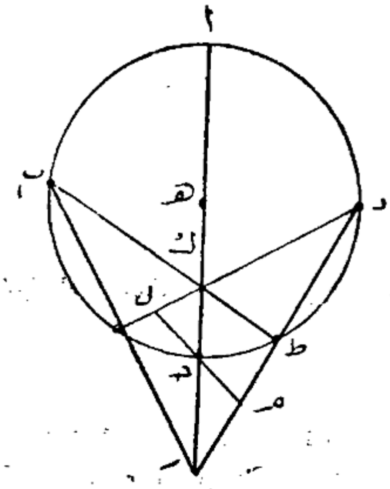
كان ذلك موضع وقوف للكوكب ، والقوس بينه وبين الحضيض يكون فيها الكوكب راجعا ولبرهان ذلك بدأ ابن سينا بعدة مقدمات .

(١١) د : غير واضح

(١٢) د : أصل

(١٣) د : نريد

يكون كنسبة أقرب البعد إلى أبعد البعد فى أصل الخارج فليكن ا ب حـ د (١) فلك التدوير على هـ و : ر مركز البروج وخرج ر ح إلى ب و : ر ط إلى د و : ط حـ مثل حـ ح ولنصل د ا ، د حـ ، د ح ، ب ط (٢) يتقاطعان على ك (٣) ونخرج من حـ خط م حـ ل (٤) موازيا ل : د ا فيكون عمودا على د حـ لأن زاوية ا د حـ الواقعة فى نصف الدائرة هى قائمة فلأن زاويتى د اللتين على قوسى ط حـ ، حـ ح المتساويتين متساويتان وزاويتى (٥) حـ قائمتين (٦) تكون حـ ل ، حـ م متساوين (٧) ونسبة خط



شكل (١٥٧)

ا د إلى م حـ (٨) أعنى حـ ل كنسبة ا ر إلى حـ ر ونسبة ا د إلى حـ ل ك : ا ك إلى ك حـ لأن المثلثين متشابهان لتوازى القاعدتين وتساوى (٩) المقاطعتين (١٠) فإذن نسبة

---

(١) د : ا ب حـ
(٢) د : د ا ، د حـ ، ب ط
(٣) (يتقاطعان على ك) : غير موجود فى د
(٤) د : م ح ل
(٥) د : وزاوية
(٦) د : قائمة — وفى ف : قائمتان
(٧) ب ، د : متساويان — وفى ف : متساويتين
(٨) د : م ح — وفى ف : ب حـ
(٩) د : ولتساوى
(١٠) د : المتقاطعتين — وفى ف : المقاطعين

ا ر[1] إلى ر ﺤ [2] مثل نسبة [3] ا ك إلى ك ﺤ وإن وضع دائرة ا ب ﺤ د [4] خارج المركز عن ك الذى[5] هو[6] مركز البروج فبين أنه يكون حينئذ نسبة ا ر[7] إلى ر ﺤ فى أصل التدوير كنسبة ا ك إلى ك ﺤ فى أصل الخروج وهذا الشكل مشترك للأمرين فإذن نسبة الأبعاد على ماقلنا (*) . ويقول أيضا إن نسبة

---

(1) ف : ا د
(2) ف : د ﺤ
(3) د : غير موجود
(4) د : ا ب ﺤ
(5) د : التى
(6) د : هى
(7) د : ا ن
(*) مقدمة 1) :

$$\frac{\text{أقرب بعد للكوكب}}{\text{أبعد بعد له}} = \text{نسبة ثابتة سواء اعتبرنا نظرية التدوير أو الخارج}$$

البرهان

فى شكل (157) نفرض ا ب ﺤ د فلك التدوير ومركزه نقطة ﻫ ، ومركز البروج نقطة ر نرسم المستقيم ر ﺤ ﻫ ا ليقطع محيط التدوير فى الحضيض نقطة ﺤ والأوج نقطة ا . ونأخذ نقطتا ط ، ح على محيط التدوير بحيث يكون ط ﺤ = ﺤ ح ثم نصل ر ط ونمده ليقطع التدوير فى نقطة د وكذلك نصل ر ح ليقطعه فى نقطة ب ، ثم نصل ط ب ، ح د فيتقاطعا فى ك . وأخيرا نرسم المستقيم م ﺤ ل يوازى د ا ويقطع ر ط فى م ، د ح فى ل

∵ م ﺤ ل يوازى المستقيم د ا

∴ فهو عمودى على المستقيم د ﺤ

∴ زاوية د ﺤ م = د ﺤ ل = 90°

وفى المثلثين د ﺤ م ، د ﺤ ل :

زاوية د ﺤ م = د ﺤ ل = 90° ، زاوية م د ﺤ = ل د ﺤ ، الضلع د ﺤ مشترك

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن م ﺤ = ﺤ ل

وفى المثلث ر د ا حيث م ﺤ يوازى د ا :

$$\frac{\text{ا د}}{\text{م ﺤ}} = \frac{\text{ا ر}}{\text{ﺤ ر}}$$

$$\therefore \frac{\text{ا د}}{\text{ﺤ ل}} = \frac{\text{ا ر}}{\text{ﺤ ر}}$$

وفى المثلثين ا د ك ، ﺤ ل ك :

زاوية ا ك د = ﺤ ك ل ، زاوية د = ل (لأن ا د يوازى ل ﺤ) .

د ر (١) إلى ر ط كنسبة ب ك إلى ك ط وليكن الشكل ذلك بعينه ولنصل د ن ب (٢) فلأن قوس د ا ب (٣) منصفة (٤) بالقطر ف : د ب عمود على القطر وليكن س ط موازيا (٥) ا : د ب (٦) ونسبة د ن أعنى ن ب إلى س ط كنسبة د ر إلى ر ط وكنسبة ب ك إلى ك ط لأن المثلثين متشابهان (**) فإذن بالتركيب (٧) نسبة

∴ المثلثان متشابهان وينتج أن :

$$\frac{ا\ د}{ح\ ل} = \frac{ا\ ك}{ح\ ك}$$

∴ $\frac{ا\ ر}{ح\ ر} = \frac{ا\ ك}{ح\ ك}$ وهو المطلوب

(١) د : و ر
(٢) د : و ب
(٣) د : غير واضح
(٤) د : منتصف
(٥) ب : مواز – وفى د : موازى
(٦) د : د ب
(**) مقدمة ٢) :

$$\frac{د\ ر}{ر\ ط} = \frac{ب\ ك}{ك\ ط}$$

البرهان

فى شكل (١٥٨) المشابه لشكل (١٥٧) نصل د ب فيقطع ر ا فى ن ، ونرسم س ط موازيا د ب

∵ نقطة ا منتصف القوس د ب

∴ د ب عمود على القطر ح ا

وفى المثلث د ن ر :

$$\frac{د\ ن}{س\ ط} = \frac{د\ ر}{ر\ ط}$$

لكن المستقيم د ن = ن ب

∴ $\frac{ن\ ب}{س\ ط} = \frac{د\ ر}{ر\ ط}$

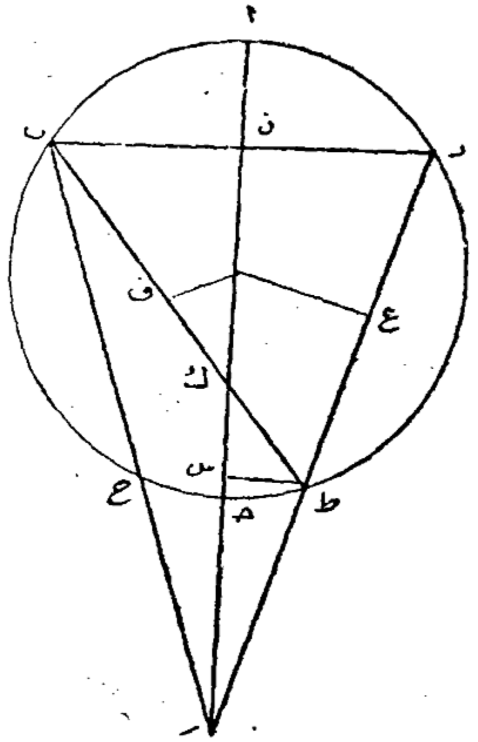
لكن المثلثان ن ب ك ، س ط ك متشابهان

∴ $\frac{ن\ ب}{س\ ط} = \frac{ب\ ك}{ك\ ط}$

∴ $\frac{د\ ر}{ر\ ط} = \frac{ب\ ك}{ك\ ط}$ وهو المطلوب

(٧) د : غير موجود

د ر(١) ، ر ط إلى ر ط مثل نسبة (٢) ب ط إلى (٣) ك ط(٤) ونخرج عمودى هـ ع ، هـ ف من المركز على د ط ، ب ط (٥) وننصف (٦) خط (٧) د ط (٨) فإذا أضيف إلى ع ط – ر ط(٩) غير مكرر حتى كان ع ر وجعل مقدما كان نصف المقدم الذى كان هو جملة د ر (١٠) مرة و : ر ط مرتين وكان أضيف ك ط إلى ب ط(١١)



شكل (١٥٨)

غير مكرر فيكون بإزاء المقدم الأول وهو د ط (١٢) مرة (١٣) و : ر ط مرتين خط

---

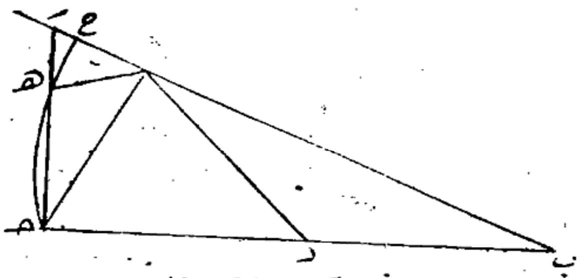
(١) د : و ر
(٢) د : غير موجود
(٣) د : غير موجود
(٤) د : غير موجود
(٥) د : ب ط ، ب ط
(٦) د : وينتصف
(٧) د : و ط
(٨) فى هامش ب : ب ط – وفى د : بـ ط
(٩) د : ن ط
(١٠) ب : (ر ط) وفوقها (د ر) – وفى د : و ن
(١١) ف : ر ط
(١٢) ب : (د ط) وفوقها (د ر) – وفى د : و ر
(١٣) ف : فى الهامش

ب ط وهو (١) المقدم الثانى وقد ينصف على ف فكان (٢) نصفه خط ف ط (٣) فيكون نسبة نصف المقدم الأول إلى التالى بأسره كنسبة نصف المقدم الثانى إلى التالى بأسره وهو (٤) نسبة (٥) ر ع الذى هو نصف د ر (٦) ، ر ط إلى ر ط (٧) كنسبة ف ط (٨) الذى هو نصف ب ط (٩) إلى ك ط فإذا فصل ثانيا صارت (١٠) نسبة ع ط إلى ط ر كنسبة (١١) ف ط (١٢) إلى ك ط فإذا كان خط ع ر أخرج إخراجا يكون نسبة ع ط إلى ط ر كنسبة سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب فيكون (١٣) ف ط ، ك ط فى الخارج على تلك النسبة بعينها ولأن نسبة سرعة فلك التدوير إلى سرعة الكوكب هى (١٤) نسبة الوسط فى الطول إلى الوسط فى الاختلاف فينبغى أن يكون نسبة ع ط ، ط ر مفصلة ولأن نسبة الخارج المركز إلى الكوكب كنسبة (١٥) مسير الشمس إلى مسير الكوكب ومسير الشمس هو مثل الطول والاختلاف (١٦) مجموعين (١٧) ينبغى أن يكون إذن ف ط : ط ك (١٨) بالتركيب وإذا (١٩) عرف هذا فلنبين أن الخطين المذكورين فى التدوير والخارج إذا كانا على ما ذكرنا فعلا حد

---

(١) د : هو
(٢) د : غير موجود
(٣) د : غير موجود
(٤) د : غير موجود
(٥) د : فنسبة
(٦) د : و ر
(٧) (إلى ر ط) : غير موجود فى ف
(٨) د : و ط
(٩) ف : ر ط
(١٠) د : صار
(١١) فى هامش ب : ف ك
(١٢) د : ف ك
(١٣) د : يكون
(١٤) ب ، د : هو
(١٥) د : نسبة
(١٦) ب : أو لاختلاف
(١٧) ف : بمجموعين
(١٨) د : مه يط يا ك
(١٩) د : وإذ

الوقوف فلتقدم له مقدمة (١) قدمها أبلونيوس وهو أن نسبة القسم المفصول (٢) من أطول أضلاع المثلث إذا لم يكن ذلك القسم أصغر من الضلع الذى يتصل به إلى القسم الباقى منه أعظم من نسبة الزاوية التى تلى القسم الباقى إلى الزاوية التى تلى (٣) المفصول (٤) مثاله مثلث ا ب حـ و : ب حـ أطول أضلاعه و : حـ د المفصول بخط ا د ليس بأصغر



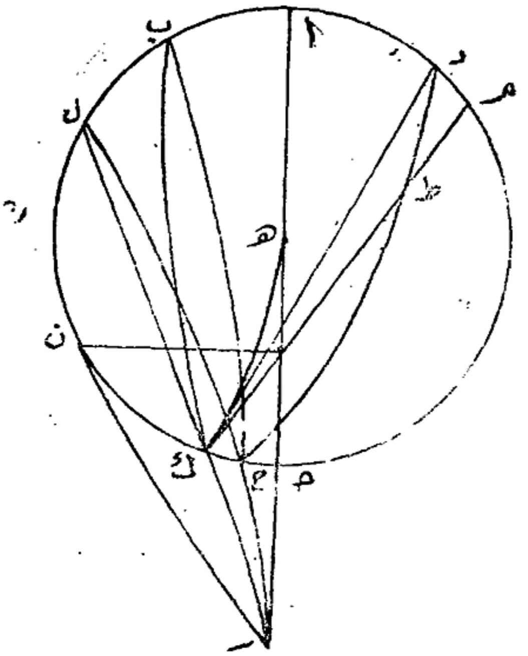
شكل (١٥٩)

من ا حـ (٥) فنسبة حـ د (٦) إلى (٧) د ب أعظم من نسبة زاوية ا ب حـ (٨) إلى زاوية (٩) ا حـ ب (١٠) برهانه أنه يتمم سطح ا د حـ هـ متوازى الأضلاع ومعلوم أن خطى ب ا، حـ هـ يلتقيان (١١) لأن زاوية هـ حـ ب مثل الخارجة التى هى أ د ب (١٢) فزاوية هـ حـ ب وزاوية ب أقل من قائمتين فليلتقيان (١٣) فليلتق (١٤) ب ا ، حـ هـ (١٥) على ر فإن رسمت

---

(١) د : مقدما
(٢) ف : المفصولى
(٣) د : تليه
(٤) د : غير موجود
(٥) د : ا ح
(٦) د : ح د
(٧) د : غير موجود
(٨) د : ا ب ح
(٩) د : غير موجود
(١٠) د : ا ح ب
(١١) د : غير موجود
(١٢) ف : ا د ن
(١٣) د : فيلتقيان
(١٤) د : وليلتق
(١٥) د : ب ا ، ح هـ

على ا و يبعد(١) ا ه(٢) دائرة فليس يجوز أن تقطع ا حـ لأن (٣) د حـ أعنى ا ه
ليس بأقصر من ا حـ بل إن (٤) كان ولا بد فهو يماسه فليماسه وليعمل قوس حـ ح ه(٥)
يماس ه ، حـ من مثلث ا ه حـ (٦) فنسبة مثلث ا ه ر إلى مثلث ا ه حـ أعنى خط ر ه
إلى خط(٧) ه حـ أعظم من نسبة قطاع ه ا ح (٨) أعنى زاوية ح ا ه(٩) بل
ا ب حـ إلى قطاع حـ ا ه أعنى زاوية حـ ا ه بل زاوية ا حـ د لكن نسبة ر ه ، ه حـ (١٠)
هى(١١) نسبة(١٢) حـ د ، د ب لأن كل واحدة منها كنسبة ر ا : ا ب فإذن نسبة حـ د ،



شكل (١٦٠)

---

(١) د : يبعد
(٢) د : ه
(٣) د : لا
(٤) د : بين السطرين
(٥) د : حـ ه ح
(٦) د : ا حـ ه
(٧) د : غير موجود
(٨) د : ا ح
(٩) د : ط ح
(١٠) د : ر ه ، حـ د
(١١) د : مثل
(١٢) د : غير موجود

د ب أعظم من نسبة زاوية ب إلى زاويتـحـ وكذلك البرهان إن لم يماس القوس حـ بل يبعد عنه واحتيج أن يخرج ا حـ (١) اليه(*) وإذ قد(٢) علم هذا فلتكن دائرة كتلك (٣) الأخرى مشتركة للأمرين على هـ وليخرج كذلك ا هـ إلى ر يقطعها(٤)

---

(١) ف : ا د

(*) مقدمة (٣) :

فى المثلث ا ب حـ إذ كان ب حـ أكبر أضلاعه وقسمته نقطة د إلى قسمين بحيث كان حـ د أكبر من أو يساوى الضلع المجاور له ا حـ فإن

$$\frac{\text{حـ د}}{\text{د ب}} \text{ اكبر من } \frac{\text{زاوية ا ب حـ}}{\text{زاوية ا حـ ب}}$$

البرهان : فى شكل (١٥٩) نصل ا د ونرسم المستقيم ا هـ يوازى حـ د ، والمستقيم حـ هـ يوازى ا د فيصبح الشكل ا هـ حـ د متوازى أضلاع

نمد ب ا ، حـ هـ ليتقابلا فى نقطة ر

والسبب فى تقابلهما وعدم توازيهما أن زاوية هـ حـ ب = ا د ب

لكن زاوية ا د ب + ب = ١٨٠°

∴ زاوية هـ حـ ب + ب أقل من ١٨٠°

∴ يلتقى الخطان

نرسم قوسا مركزها نقطة ا ونصف قطرها ا هـ

∴ ا هـ = د حـ فى متوازى الأضلاع

، الضلع د حـ اكبر من أو يساوى ا حـ فرضا

∴ الضلع ا هـ اكبر من أو يساوى ا حـ

∴ القوس إما أن تمر بنقطة حـ أو تقطع امتداد ا حـ ولكن لا يمكن أن تقطع ا حـ نفسه فى الحالة الأولى التى يمر فيها القوس بنقطة حـ نفرض أنه يقطع امتداد ب ا فى نقطة ح

$$\therefore \frac{\text{مثلث ا هـ ر}}{\text{مثلث ا هـ حـ}} \text{ اكبر من } \frac{\text{قطاع هـ ا ح}}{\text{قطاع حـ ا هـ}}$$

$$\therefore \frac{\text{هـ ر}}{\text{هـ حـ}} \text{ اكبر من } \frac{\text{زاوية هـ ا ح}}{\text{زاوية حـ ا هـ}}$$

لكن زاوية هـ ا ح = ا ب حـ ، وزاوية حـ ا هـ = ا حـ د ، $\frac{\text{هـ ر}}{\text{هـ حـ}} = \frac{\text{ر ا}}{\text{ا ب}} = \frac{\text{حـ د}}{\text{د ب}}$

$$\therefore \frac{\text{حـ د}}{\text{د ب}} \text{ اكبر من } \frac{\text{زاوية ا ب حـ}}{\text{زاوية ا حـ د}}$$ وهو المطلوب

والبرهان فى الحالة الثانية التى يقطع فيها القوس إمتداد ا حـ مشابه لذلك .

(٢) د : غير موجود (٣) ف : غير واضح

(٤) د : مقطع

على جـ وليكن نسبة هـ حـ إلى جـ ر أعظم من سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب ويخرج ر ح ب بحيث تكون نسبة نصف ب ح [1] إلى ر ح كنسبة سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب وليفصل أ د مثل ا ب ولنصل د ح بقاطع ا ر على ط على أنه مركز البروج فى أصل الخروج وعلى أن نسبة نصف د ح إلى ط ح كنسبة سرعة الخارج إلى سرعة الكوكب وذلك موجود بما علمت فنقول إن فى كليهما قد[+] يخيل إلينا أن الكوكب مقيم واقف وذلك إذا كان عند ح وأن القوس التى تلى الحضيض من نقطة ح هى قوس رجوع وتأخر ومايلى الأوج هو قوس استقامة وتقدم فليفصل قوس ك ح أولا إلى جهة الأول ولنصل ر ك ل ، ك ط م ، ب ك[2]، د ك ، هـ د ، هـ ك ، هـ ح ويبين بالشكل المتقدم أن نسبة ب ح إلى ح ر أعظم من نسبة زاوية ح ر ك [3] إلى زاوية ح ب ك فنسبة نصف ب ح إلى ح ر أعظم من نسبة زاوية ح ر ك وهى سرعة التدوير إلى ضعف ح ب ك أعنى ح هـ ك وهى سرعة الكوكب فبين أن تلك النسبة أعظم من نسبة سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب فليكن مثل نسبة ح ر ن[4] إلى ح هـ ك حتى يكون ح ر ن [5] أعظم من ح ر ك [6] فإذن فى زمان سواد تحرك الكوكب زاوية ك هـ ح إلى المغرب وفلك التدوير بمقابلتها زاوية ح ر ن إلى المشرق فانتقل إذن الكوكب بالرؤية زاوية ح ر ن وهى أكبر من زاويته الراجعة أعنى ك ر ح بزاوية ك ر ن وهى الزاوية التى يرى أن الكوكب قطعها فى تلك المدة إلى المشرق وأما فى أصل الخروج فإذا ركبنا كانت نسبة ب ر إلى ر ح أعظم من نسبة زاويتى ح ر ك[7] ، ح ب ك مجموعتين أعنى ب ك ل الخارجة إلى زاوية ح ب ك وزاوية ب ك ل مثل زاوية د ك م لأن ح ط ك أكبر[8] دائما من زاوية ح هـ ك التى هى الوسط وزيادتها عليها بالتعديل فزاوية ح ط ك مساوية لزاوية الوسط والتعديل دائما وهى خارجة أيضا مساوية لزاويتى ط د ك ، ط ك د الداخلتين فتكون

---

(1) د : ب حـ

(+) إبتداء من هنا حدث خلط فى المخطوط د

(2) ف : ر ك

(3) ف : ن ك

(4) ف : ح د ن

(5) ف : ح . ن

(6) ف : ح د ك

(7) ب : حـ ر ك

(8) ف : اكثر

زاويتا كدط ، ط ك د مساويتين للوسط والتعديل يذهب زاوية ط د ك نصف الوسط لأنها على القوس يبقى زاوية د ك م مثل التعايل[1] ونصف الوسط وكانت زاوية ب ك ل مثل التعديل ونصف الوسط الذى هو زاوية م ك المساوية لزاوية ك ب ح فزاويتا ب ك ل ، دك ل ، دك م متساويتان وكانت نسبة ب ر إلى ر ح أعظم من نسبة زاوية ب ك ل إلى زاوية ح ب ك ونسبة ب ر إلى ر ح نسبة ر ط إلى ط ح ونسبة ب ك ل إلى ح ب ك[2] نسبة ب ك م إلى ح دك فنسبة دح إلى ط ح أعظم من نسبة زاوية د ك م إلى زاوية ح د ك فيلزم أن يكون نسبة د ح ، ط ح أعظم أيضا من الزاويتين المأخوذتين بالتركيب و : ح ه ك ضعف زاوية د فنسبة زاوية د ك م إلى ك ه ح كنسبة نصف دك م إلى ك د ح ويقابلها نسبة نصف د ح إلى ح ط ولنجرى[3] الأحكام على المقابلة فتكون نسبة نصف د ح إلى ط ح أعظم من نسبة زاوية دك م إلى ك ه ح فهو أعظم من نسبة سرعة الخارج إلى سرعة الكوكب فليكن ذلك مثل زاوية ح ط ن إلى ح ه ك فقد ظهر أيضا أن لا رجوع ها هنا (*) . وليقع خط ل ك ر بدل وقوع خط[4] ب ح ر

---

(١) فى هامش ب : الذى هو زاوية ح ب ك وزاوية ح ر ك المساويتان لزاوية ل ك ب

(٢) ف : ب ح ك

(٣) ف : ولنجز

(٤) (ل ك ر بدل وقوع خط) : غير موجود فى ف .

(*) برهان نظرية رجوع الكواكب

شكل (١٦٠) يشتمل على برهان النظرية فى الحالتين – حالة فلك التدوير وحالة الخارج المركز .
فى هذا الشكل نفرض فلك التدوير مركزه نقطة ه ، ومركز البروج نقطة ر (الحالة الأولى)
نصل ا ه ر فيقطع الدائرة فى نقطة ح حيث :

$$\frac{\text{ه ح}}{\text{ح ر}} \text{ اكبر من } \frac{\text{سرعة التدوير}}{\text{سرعة الكوكب}}$$

ونرسم القاطع ر ح ب بحيث يكون :

$$\frac{\text{نصف ب ح}}{\text{ر ح}} = \frac{\text{سرعة التدوير}}{\text{سرعة الكوكب}}$$

والمطلوب إثبات أن نقطة ح هى موضع وقوف الكوكب

وفى نفس الشكل نفرض الدائرة التى مركزها نقطة ه هى الخارج المركز ، وأن ط مركز البروج (الحالة الثانية) نرسم الوتر د ط ح بحيث يكون .

$$\frac{\text{نصف د ح}}{\text{ط ح}} = \frac{\text{سرعة الخارج}}{\text{سرعة الكوكب}}$$

والمطلوب أيضاً إثبات أن نقطة ح هى موضع وقوف الكوكب

ولنفصل قوس ح ك إلى الحضيض خلاف الفصل الأول من مقطع الخط حتى تكون نسبة نصف ل ك إلى ك ر كنسبة سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب فلنصل ل ح ، ر ك

نأخذ نقطة ك إلى جانب ح جهة الأوج

∴ ب ح اكبر من ب ك

وباستخدام مقدمة (٢) نجد :

$$\frac{\text{ب ح}}{\text{ح ر}} \text{ اكبر من } \frac{\text{زاوية ح ر ك}}{\text{زاوية ح ب ك}}$$

$$\therefore \frac{\text{نصف ب ح}}{\text{ح ر}} \text{ اكبر من } \frac{\text{زاوية ح ر ك}}{\text{ضعف زاوية ح ب ك}}$$

$$\therefore \frac{\text{نصف ب ح}}{\text{ح ر}} \text{ اكبر من } \frac{\text{زاوية ح ر ك}}{\text{زاوية ح ه ك}}$$

لكن زاوية ح ر ك = سرعة التدوير ؛ وزاوية ح ه ك = سرعة الكوكب

$$\therefore \frac{\text{نصف ب ح}}{\text{ح ر}} \text{ اكبر من } \frac{\text{سرعة التدوير}}{\text{سرعة الكوكب}}$$

لذلك نأخذ زاوية ح ر ن اكبر من زاوية ح ر ك بحيث يكون

$$\frac{\text{نصف ب ح}}{\text{ح ر}} = \frac{\text{زاوية ح ر ن}}{\text{زاوية ح ه ك}}$$

∴ يكون الكوكب فى نفس الفترة قد تحرك فى الحقيقة ناحية المغرب زاوية ك ر ح بينما تحرك فلك التدوير إلى المشرق زاوية مقدارها ح ر ن − ك ر ح = ك ر ن

∴ لا يوجد رجوع فى هذا الموقع

أما فى حالة الخارج المركز فنجد من العلاقة :

$$\frac{\text{ب ح}}{\text{ح ر}} \text{ اكبر من } \frac{\text{زاوية ح ر ك}}{\text{زاوية ح ب ك}} \text{ أن}$$

$$\frac{\text{ب ح + ح ر}}{\text{ح ر}} \text{ اكبر من } \frac{\text{زاوية ح ر ك + ح ب ك}}{\text{ح ب ك}}$$

$$\therefore \frac{\text{ب ر}}{\text{ح ر}} \text{ اكبر من } \frac{\text{زاوية ب ك ل}}{\text{زاوية ح ب ك}}$$

لكن زاوية ب ك ل = د ك م ، ولأن زاوية ب ك ل خارجة عن المثلث ر ب ك

∴ ب ك ل = ح ب ك + ح ر ك

لكن زاوية ح ب ك = $\frac{1}{2}$ ح ه ك = $\frac{1}{2}$ زاوية الوسط

وزاوية ح ر ك = التعديل

∴ زاوية ر ب ك = التعديل + $\frac{1}{2}$ الوسط

وكذلك زاوية ح ط ك أكبر من ح ه ك أى اكبر من التعديل دائما

لا محالة أطول من ر ح ونسبة ل ك الأصغر إلى ك ر الأعظم أصغر من نسبة زاوية ح ر ك إلى زاوية ح ل ك وبالتفصيل نسبة نصف ل ك إلى ك ر(1) أصغر من نسبة زاوية ح ر ك إلى ضعف ح ل ك أعنى ح هـ ك فليكن كنسبته(2) إلى أصغر من ح هـ ك فيرى إذن راجعا وتبين(3) من هذا أنه إذا كانت نسبة هـ حـ إلى

وزاوية ح ط ك = التعديل + الوسط

لكن ح ط ك خارجة عن المثلث ط د ك

∴ ح ط ك = ط د ك + ط ك د

∴ ط د ك + ط ك د = التعديل + الوسط

لكن زاوية ط د ك المحيطية = $\frac{1}{2}$ ح هـ ك = $\frac{1}{2}$ الوسط

∴ زاوية ط د ك = التعديل + $\frac{1}{2}$ الوسط وهى د ك م

∴ زاوية ب ك ل = د ك م

$$\therefore \frac{\text{ب ر}}{\text{ح ر}} \text{ اكبر من } \frac{\text{زاوية د ك م}}{\text{زاوية ح ب ك}}$$

$$\text{أى أكبر من } \frac{\text{زاوية د ك م}}{\text{زاوية ح د ك}}$$

$$\text{لكن } \frac{\text{ب ر}}{\text{ر ح}} = \frac{\text{د ح}}{\text{ط ح}}$$

$$\therefore \frac{\text{د ح}}{\text{ط ح}} \text{ اكبر من } \frac{\text{زاوية د ك م}}{\text{زاوية ح د ك}}$$

$$\therefore \frac{\text{نصف د ح}}{\text{ط ح}} > \frac{\text{زاوية د ك م}}{\text{ضعف ح د ك}} \text{ أى أكبر من } \frac{\text{زاوية د ك م}}{\text{زاوية ح هـ ك}}$$

$$\therefore \frac{\text{نصف د ح}}{\text{ط ح}} \text{ اكبر من } \frac{\text{سرعة الخارج}}{\text{سرعة الكوكب}}$$

∴ نأخذ نقطة ن ناحية الأوج

∴ زاوية ح ط ن أكبر من ح ط ك اكبر من د ك م

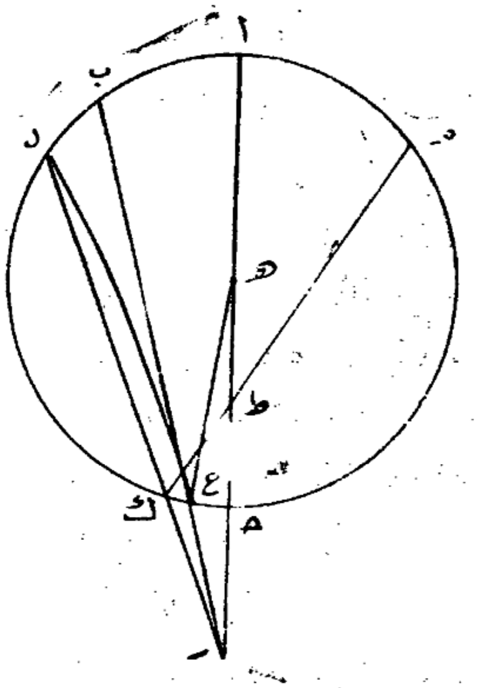
$$\text{ويمكن أن نختار نقطة ن بحيث } \frac{\text{نصف د ح}}{\text{ط ح}} = \frac{\text{زاوية ح ط ن}}{\text{ح هـ ك}}$$

∴ نجد أيضاً أنه لا يوجد رجوع فى هذا الموقع

(1) ب : ك د

(2) ف : كنسبة

(3) ف : وبين



شكل (١٦١)

حـ ر ليست بأعظم من نسبة سرعة مسير فلك التدوير إلى سرعة الكوكب فلا يمكن أن يطلب خط على النسبة المذكورة . ولا يمكن أن يوجد البتة رجوع وأنت تعرف هذا لأنك لا تجد حينئذ نسبة زاوية ح رك إلى ح هـ ك(١) إلا أصغر من نسبة سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب*) .

---

(١) ف : في الهامش

(*) تكملة برهان نظرية الرجوع

شكل (١٦١) مشابه لشكل (١٦٠) إلا أنه بدلا من القاطع ر ح ب نأخذ القاطع ر ك د

حيث $\frac{\text{نصف ل ك}}{\text{ر ك}} = \frac{\text{سرعة التدوير}}{\text{سرعة الكوكب}}$ ونأخذ نقطة ح إلى جانب نقطة ك جهة الحضيض

$\therefore$ ر ك > ر ح

باستخدام مقدمة (٣) نجد أن

$$\frac{\text{ل ك}}{\text{ك ر}} > \frac{\text{زاوية ح ر ك}}{\text{ح ل ك}}$$

$$\therefore \frac{\text{نصف ل ك}}{\text{ك ر}} > \frac{\text{زاوية ح ر ك}}{\text{ضعف ح ل ك}} \quad \text{أى} > \frac{\text{ح ر ك}}{\text{ح هـ ك}}$$

لذلك نأخذ زاوية ح ر ن > ح ز ك بحيث يكون

$$\frac{\frac{1}{2}\text{ل ك}}{\text{ك ر}} = \frac{\text{زاوية ح ر ن}}{\text{ح هـ ك}}$$

فصــل

فى معرفة رجوعات الكواكب الخمسة

والآن فيجب أن نبين مقدار المسير الذى يكون فيه الرجوع لكوكب كوكب ولنرسم أولا شكلا(+) مشتركا فإن بطلميوس قد أورد لكل كوكب وفى كل بعد من أبعاده الثلاثة شكلا مكررا ونحن نكتفى بشكل واحد(١)، فليكن الفلك الحامل أ ب ومركز البصر حـ ونخرجه إلى مركز التدوير إلى محيطه عند د وليكن حـ د أي الأبعاد شئنا وعلى تدوير هـ ر ح ولنخرج حـ ر هـ على أن نسبة حـ ر إلى ر ط نصف ر هـ(٢) حيث يقع عليه عمود ا ط نسبة سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب (٣) فلأن ا حـ ، ا د معلوم فى كل كوكب وفى كل بعد فجميع حـ د معلوم وأيضا حـ ح معلوم ف : د حـ(٤) فى حـ ح معلوم أعنى هـ حـ(٥) فى رحـ(٦) لكن نسبة ط ر إلى ر ج أعنى نسبة سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب معلومة(٧) وكذلك (٨) نسبة هـ ر ضعف ط ر إلى رحـ(٩) معلومة(١٠) وجميع نسبة ج هـ إلى ج ر معلوم ف : هـ حـ ، حـ ر(١١) مجهولان (١٢) معلوما النسبة لكنهما معلوما المربع فهما معلومان ولأن ا ر ، ر ط معلومان و : ط قائمة فمثلث ا ر ط معلوم ولأن ا حـ ، ا ط (١٣) معلوم فجميع الزوايا معلومة ف : ا حـ ط (١٤) وهى(١٥)

فيكون الكوكب قد تحرك نحو المغرب . زاوية ح ر ك بينما تحرك التدوير نحو المشرق زاوية ن ر ح أى أنه بالرؤية تحرك الكوكب حركة رجوع قدرها زاوية ح ر ك – زاوية ن ر ج

وبالمثل فى حالة خارج المركز .

(+) نهاية الجزء غير الموجود فى المخطوط د

(١) د : غير موجود .

(٢) د : غير موجود

(٣) الصحيح هو العكس أى نسبة سرعة الكوكب إلى سرعة التدوير.

(٤) ف : [ف : د ح]

(٥) د ، ف : هـ ر

(٦) [فى ر حـ] : غير موجود فى د – وفى ف : ر ح

(٧) د : معلوم

(٨) د : مكرر

(٩) ف : ر ح

(١٠) د : معلوم

(١١) د : [ف : هـ ، حـ ر]

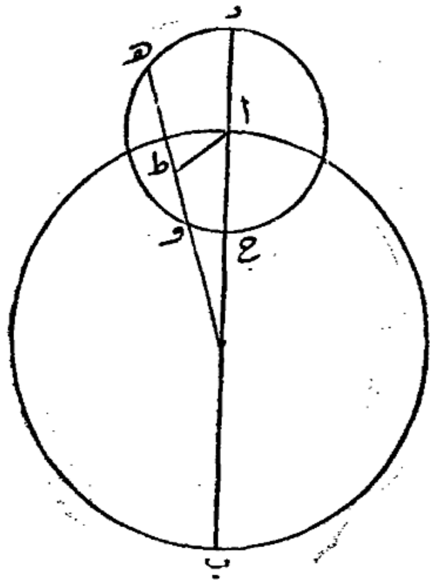
(١٢) د : المجهولان

(١٣) د : ا حـ ، حـ ط

(١٤) د : [و : ا حـ ط]

(١٥) د : وهو

زاوية التعديل و : راح وهي (١) زاوية الاختلاف الباقية بعد (٢) ر ا ط من ط ا ح (٣) معلومة وضعف كل واحدة من الزاويتين معلوم وهو زاوية كمال الرجوع



شكل (١٦٢)

أما ضعف حـ فبالرؤية (٤) وأما ضعف ر ا ح فبالمسير في الاختلاف عند الرجوع لو كان فلك التدوير ساكنا أما في الأبعاد الوسطى حيث لا يكون تعديل معتد به فإنه لا يحتاج فيه بعد بيان هذا الشكل إلا إلى علم شيء واحد وهو أن زاوية ر حـ ح ليست هي زاوية ما بين الوقوف (٥) في وسط (٦) زمان الرجوع الذي هو طرف الليل بل زاوية دونها وذلك أنها إنما كانت تكون تلك الزاوية لو كان فلك التدوير لا يتحرك (٧) البتة لكن فلك التدوير متحرك وإلى أن يقطع الكوكب قوس ر ح إلى المغرب يكون قد سار فلك

---

(١) د : وهو

(٢) د : مكرر

(٣) د : ط ا و — وفي ف : : د ا ـ

(٤) ف : فبالزاوية

(٥) د : غير موجود

(٦) د : ووسط

(٧) ف : لا يحرك

التدوير على ما توجبه النسبة بين المسيرين[1] إلى المشرق(*) وهذه النسبة فى كوكب زحل إذا أخذ على الوسط هى[2] نسبة (ا) إلى (كح كه مو)[3] فيجب على هذه النسبة[4] أن يكون الكوكب إذا سار قوس ر ح وهى[5]

---

(١) د : النيرين

(*) تعيين فترة رجوع الكوكب أو زاوية سيره أثناء الرجوع :

فى شكل (١٦٢) ليكن ا ب هو الفلك الحامل للتدوير ، ونقطة جـ مركز البصر ، هـ ر ح التدوير مركزه نقطة ا .

نصل ب جـ ا فيقطع التدوير فى نقطتى ح ، د ونرسم القاطع جـ ر هـ بحيث يكون

½ ر هـ / جـ ر = سرعة التدوير / سرعة الكوكب

فتكون نقطة ر هى نقطة وقوف وتكون زاوية الرجوع هى ضعف زاوية ر جـ ح بالرؤية وضعف زاوية ر ا ح بالمسير فى الاختلاف

∴ ا جـ ، ا د ضلعان معلومان

∴ كلا من جـ د ، جـ ح معلوم

لكن د جـ × جـ ح = هـ جـ × ر جـ

∴ هـ جـ × ر جـ كمية معلومة

ولكن ½ ر هـ / جـ ر = سرعة التدوير / سرعة الكوكب = كمية معلومة

∴ هـ ر / جـ ر نسبة معلومة

∴ (هـ ر + ر جـ) / جـ ر = هـ جـ / جـ ر معلومة

∴ كلا من هـ جـ ، جـ ر معلوم

وفى المثلث ا ر ط :

زاوية ط = ٩٠° ، ا ر معلوم ، ر ط = ½ ر هـ معلوم

∴ يمكن أن نعلم ا ط وزاوية ر ا ط

وفى المثلث جـ ا ط :

زاوية ط = ٩٠° ، الضلعان ا جـ ، ا ط معلومان

∴ نستطيع تعيين زاويتى ا جـ ط ، جـ ا ط

أى زاويتى ا جـ ط ، ر ا ح التى تساوى جـ ا ط − ر ا ط

وضعف الزاويتين هو مسير الرجوع المطلوب إذا كان فلك التدوير ساكنا ولذلك يجب أن نأخذ فى الحساب حركة فلك التدوير خلال تلك الفترة .

(٢) د : هو (٣) د : كح لو او

(٤) (على هذه النسبة) : غير موجود فى د (٥) د : وهى نسبة

(سه نب يب) (١) أن (٢) يكون مركز التدوير قد سار (٣) (يط) (٤) فينقص ذلك من زاوية حـ وهى (٥ نرى) (٥) فيبقى (حـ لح ى) (٦) فهذا يكون للوسط وأمافى سائر الأبعاد فإن الأمر المرئى يخالف فيها الوسط فلا يكون الاختلاف المرئى هو الاختلاف الوسط (٧) بالقياس إلى أوج التدوير ولا يكون الطول المرئى هو الطول الوسط فإن زوال التدوير عن الأوج الوسط (٨) حركة تكون بالمرئى أقل وعند (٩) الحضيض بالخلاف فيحتاج هناك إلى تعديل الطول (١٠) وتعديل الاختلاف (١١) وتعديل الزاوية (١٢) التى هى حـ بما يوجب أن ينقص منها أقل أو أكثر من موجب حركة المركز التى هى (ب يط) حتى إذا حصلت النسبة بين (١٣) الطول المرئى والاختلاف المرئى وحصلت معدل النقصان (١٤) من الزاوية كان ما يبقى لك محصلا وهو من الإقامة إلى نصف الرجوع أى إلى مقاطرة الشمس وإذا حصلت ذلك حصل (١٥) ضعفه وهو قوس الرجوع المعدل وحصلت زمانه فتجد الحساب يخرج لك فى زحل أما فى البعد الأوسط حيث لا يحتاج إلى تعديل (سه نب يب) (١٦) وزاوية حـ (٥ نرى) (١٧) وحركة المركز بإزاء قوس ر ح (ب يط) (١٨) ينقص ذلك من زاوية حـ تبقى (حـ لح ى) (١٩) والمدة التى يتحرك فيها التدوير (ب يط) هى (٢٠) (سط) يوما

---

(١) د : يب يب – وفى ف : سه يب يب
(٢) د : لا
(٣) د : سارت
(٤) ف : ب يط
(٥) ف : ٥ يرى
(٦) د : حـ مح ى
(٧) (فلا يكون الاختلاف المرئى هو الاختلاف الوسط) : غير موجود فى ف
(٨) د : بالوسط
(٩) د : وفى
(١٠) د : للطول
(١١) د : الاختلاف
(١٢) د : للزاوية
(١٣) ف : من
(١٤) د : النقصان
(١٥) (ذلك حصل) : غير موجود فى د
(١٦) د : غير واضح – وفى ف : سه يب يب
(١٧) ف : ٥ يرى
(١٨) ف : (رح ب يط) بدلا من [ر ح (ب يط)]
(١٩) د : ح يح ى
(٢٠) د : هو

على التقريب وضعفها (قلح)(1) (وأما فى البعد الأبعد فإن ر ح يخرج (سر يه يز) وهو معدل ب و و (2) وتكون زاوية جـ مبلغها (ه لح يا) فإذا نقص منها ذلك بقى (3) (جـ لب ه)(4) ويكون ما يصيب الواحد إذا زال المركز عن الأوج من تفاوت التعديل قريب من (حـ و ل)(5) وتكون نسبة المرئى من الطول إلى المرئى من الاختلاف ليست تلك(6) النسبة بل نسبة (حـ نحـ ل) (7) إلى (كح لب يو) والأيام (ع ك) (8) وعلى أن زوال المركز عن الأوج والحضيض هذا القدر لا يوجب تعديلا يعتد به بل يكون كالمنطبق عليه بعد (9) وأما عند الحضيض فإن النسبة تصير نسبة (ا ر ك) إلى (كح لح كو) (10) ويكون التفاوت التعديلى (11) بحسب جزء واحد (12) (ا ر ك) (13) ويكون قوس ر ح (سد كا ى) (14) وتكون زاوية حـ (و يب لج) وما يجب أن ينقص (ب لـ كح)(15) ونصف الرجوع المعدل وهو الباقى بعد النقصان (جـ لط ه) والأيام (سح) وأما (16) فى المشترى فى البعد (17) الأوسط فإن ر ح يكون (ند كا لح) (18) وزاوية جـ (ط نر لب) (19) والنقصان (20)

---

(1) د : قيح – وفي ف : قلح
(2) في هامش ب : ب يط – وفى د : ب يط
(3) د : بقيت
(4) د : حـ لط ه
(5) د ، ف : ه و ل
(6) ف : وليست
(7) د : ح يه ل – وفى ف : ه يح ل
(8) د : يح
(9) ب : بين السطرين
(10) د : كح لح و
(11) د : للتعديل
(12) في هامش ب : ا ه ك
(13) د : ه ر ك
(14) د : س د ياى
(15) د : ب لب كح وفي ف : ر لحه كح
(16) د : أما
(17) ب : في الهامش
(18) د ، ف : يدكا لح
(19) ف : ط ير اب
(20) ب : وللنقصان

(ه ا كلم [1] والباقي (د نو ح) [2] والمدة (س) يوما ونصف ونسبة السرعة إلى السرعة نسبة (ا) إلى (ى نا كط) [3] وأما في [4] البعد [5] الأبعد فالتعديل للجزء الواحد (ح ى) [6] والنسبة نسبة (ح ن ند) [7] إلى (ى نو لط) [8] وقوس ر ح (نه نه ا) [9] وزاوية ح (ط له يب) والنقصان المعدل (د م له) والباقي (د ند لر) [10] والمدة (سا) يوما ونصف وأما عند الحضيض فإن التعديل يكون (ه ه م) [11] والنسبة [12] نسبة [13] (ا ه م) إلى (ى مه مط) [14] وقوس ر ح (يب مح مح) وزاوية [15] ح (ى لح م) [16] والنقصان المعدل (ه لو ر) [17] والباقي (د ند ك) [18] والمدة [19] (نط) [20] يوما وأما في المريخ في البعد الأوسط فالنسبة تكون نسبة (ا) إلى (ه نب نا) [21] وقوس ر ح هي [22] (يو ن مح) [23]

(١) د : ه ا ك (٢) د ، ف : د يو ح
(٣) د : ى يا ك ط — وفى : ى يا كط
(٤) د : غير موجود
(٥) د : البعد
(٦) د : ح ه ى
(٧) د : يدن — وفى ف : ه يدن
(٨) ف : ى يو لط
(٩) د : نه او ح — وفى ف : : يه يه ا
(١٠) ف : د يد لر
(١١) د ، ف : ه ه م
(١٢) د : مكرر
(١٣) د : مكرر
(١٤) د : ى يه مط
(١٥) ب : مشطوبه
(١٦) [ح (ى لح م)] : غير موجود في ب — [(وزاوية ح (ى لح م)] : غير موجود فى د
(١٧) د ، ف : ه كا ك
(١٨) د : قير ك — وفى : د ير ك
(١٩) [والنقصان المعدل (ه لو ر) والباقي (د ند ك) والمدة] : في هامش ب
(٢٠) د : ن كح — وفي ف : يط
(٢١) د : يب — وفى : ه يب يا
(٢٢) د : هو
(٢٣) د : لو ر مح

وزاوية ج هى (كر يو نه)(1) والنقصان المعدل (نط ر يح) (2) والمدة (لو) يوما (3) ونصف ونصيب المقدار الذى يقع فيه الرجوع كله ما بين الوقتين (4) تعديل فى الجهتين ناقص وزائد كما تعلم بعشرين دقيقة وأما عند الأوج فالتعديل (ح ى ك) (5) والنسبة نسبة (ح مط م) (6) إلى (ا ج يا) وقوس ر ح (كب يح يط) (7) وزاوية حـ (8) (سب كط يح) (9) والنقصان المعدل (مر يح نا) (10) والمدة أربعون (11) يوما وأما عند الحضيض فالتعديل (ه يب م) (12) والنسبة نسبة (ا يب م) (13) إلى (14) (ح م يا) (15) وقوس ر ح وهى (16) (يا يا و) (17) وزاوية ج هى (18) (كو ط مط) والنقصان المعدل (لك حـ مب) والمدة (لب) (19) يوما وربع وأما فى الزهرة (20) فى البعد الأوسط فالنسبة هى (21) نسبة (ا) إلى (ح لر لا) (22) وقوس ر ح هى (يب يب كد) وزاوية ج هى (23) (كح يد و) (24) والنقصان

---

(1) د : كد يو نه

(2) د : يط ن يح – وفي ف : يط ر لـ

(3) د : غير موجود

(4) ب ، د : للوقوفين

(5) د : ه يح ك – وفى ف : ه ى ك

(6) د : ه يط م – وفي ف : ه مط م

(7) ف : كب يح يط

(8) د : و

(9) د : مط يح

(10) د ، ف : ير يح كا

(11) د : أربعين

(12) د : يب م – وفي ف : ه يب م

(13) ف : ا يب م يا

(14) ف : غير موجود

(15) د : م – وفى ف : غير موجود

(16) د : غير موجود

(17) د : يا ما و

(18) د : غير موجود

(19) د : اثنين

(20) د : غير واضح

(21) د : و هو

(22) د : ه و – وفى ف : ه لر لا

(23) د : غير موجود

(24) د : لح يد و

(كـ له يط) والمدة عشرون يوما ونصف وثلث وزيادة ونقصان التعديل (١) دقائق وأما عند الأوج فإن التعديل (ح ب ك) (٢) والنسبة نسبة (ح نر م) (٣) إلى (ح لط نا) (٤) وقوس ر ح هى (ند جمر) (٥) وزاوية ج هى (٦) (كح لا مو) والنقصان المعدل (د يط ك) (٧) والمدة (كا) يوما (٨) ونصف وأما عند الحضيض فإن التعديل يكون (ح ب ك) (٩) والنسبة نسبة (ا ب ك) إلى (ح له يا) (١٠) وقوس ر ح هى (١١) (ما مد كد) (١٢) وزاوية جهى (كر يه مط) (١٣) والنقصان المعدل (ك يح ل) والمدة (كج) (١٤) يوما وأما لعطارد فى البعد الأوسط فإن النسبة نسبة (ا) إلى (ج ط ح) وقوس (١٥) ر ح هى (١٦) (لدنويب) (١٧) وزاوية ج هى (١٨) (ير خ لد) (١٩) والنقصان (يا د نط) (٢٠) والمدة أحد عشر (٢١) يوما وربع يوم وأما عند الأوج فإنما يكون على أوج الحامل بالحقيقة متى كان الطول المعدل بعده من الأوج (٢٢) الأول قريبا من أحد عشر جزءا ويكون الذى يه يب هذا من

---

(١) د : خمس

(٢) د ، ف : ه ب ك

(٣) د : ه نر م وفي ف : ه ير م

(٤) د ، ف : ه لط نا

(٥) د : يد ك مر

(٦) د : غير موجود

(٧) د : ك يط ح — وفي ف : ك يط ك

(٨) د : غير موجود

(٩) د : غير موجود — وفي ف : ه ب ك

(١٠) د : له ما — وفي ف . ه له يا

(١١) د : غير موجود

(١٢) د ، ف : يا مد كد

(١٣) [وزاوية ح هى (كر يه مط)] : غير موجود في د — وفي ف : كزنه مط

(١٤) د : كح

(١٥) د : والقوس

(١٦) د : غير موجود

(١٧) ف : لد يو سر

(١٨) د : غير موجود

(١٩) د : ير يح كد

(٢٠) ف : يا د يط

(٢١) د : وعشرون

(٢٢) ف : في الهامش

الأجزاء المستوية (١) (يا)ونصف (٢) فيكون التعديل قريبا من (ﻫ ب ك)(٣) فتكون النسبة نسبة (ﻫ نو م) (٤) إلى (ج يا كح) وقوس (ر ح) هى(٥) (لب نب كو) (٦) وزاوية ﺟ (ﻫ مو ب) والنقصان المعدل (ط مح نا) (٧) والمدة (ى) يوما ونصف (٨) وأما عند الحضيض وذلك إذا كان بعد الكوكب (قك) (٩) جزءا عن التثليث والتعديل قريب من دقيقة ونصف (١٠) والنسبة نسبة (ا ا ل) (١١) إلى (جو لح) رقوس (١٢) ر ح وهى (١٣) قوس الاختلاف المرئى (ل ل يه)(١٤) وزاوية ﺟ هى (يط يه ﻫ)(١٥) والنقصان المعدل (يا لط ل)(١٦) والمدة (يا)(١٧) يوما ونصف ويجب أن نعلم أن الحساب فى هذه الأشياء إذا أجرى (١٨) على أن النسبة المطلوبة هى نسبة الطول إلى زاوية ر ا ح ووقف الأمر على ذلك كان فيه ضروب(١٩) من التجوز ولم يكن على حسب الواجب وذلك لأن زاوية ر ا ح ليست للاختلاف الوسط بل للاختلاف (٢٠) المعدل وإنما يجب

---

(١) د : المنسوبه
(٢) د : [يا ك] بدلا من [(يا) ونصف]
(٣) د : ﻫ ب ك
(٤) د : نر م وفي ف : ﻫ ير م
(٥) د : غير موجود
(٦) ف : لب يب كو
(٧) د : ط مح يا
(٨) د : [ىل] بدلا من [(ى) يوماً ونصف]
(٩) د : مائة وعشرون
(١٠) ف : غير موجود
(١١) د : ا
(١٢) د : والقوس
(١٣) د : وهو
(١٤) د : يه لب يه
(١٥) د ، ف : يط يه ﻫ
(١٦) د : يا يط ل
(١٧) د : أحد عشر
(١٨) د : جرى
(١٩) د : ضرب
(٢٠) [الوسط بل للاختلاف] : غير موجود فى د

أن تطلب[١] نسبة الطول الوسط إلى الاختلاف الوسط حتى تكون النسبة المطلوبة ثم يبنى عليه التعديل وأجود الطرق فيه وأثبتها هو هذا الطريق فإن ماسواه يختلف فيه النسب فإنه لا أصل محفوظا فى النسبة بين الوسط و المعدل حتى أن استعمالنا زاوية ح على أنها نصف الرجوع إنما هو على التقريب لا التحقيق إذ لا يتشابه المسير فى جنبتى خط ح ح البتة[٢] لكنك تعلم[٣] أن المسيرين فى البعد الأوسط من الحامل يتفق فيها الوسط و المعدل وإنما يختلف فى غير ذلك فلنفرض المسألة[٤] فى المريخ مثلا وقد جرى منا حسابه على أنه إذا كان على[٥] أعظم بعد من الحامل الخارج المركز كانت القوس[٦] ر ح (كب يح يط)[٧] ويكون ما يصيبها من الطول الدورى على النسبة المفروضة وهى للمريخ[٨] نسبة (ح مط م)[٩] إلى الجزء الواحد[١٠] إلى (ا ح يا)[١١] فتكون حينئذ هذه النسبة نسبة الطول الوسط إلى الاختلاف المعدل وذلك عندما ينبغى أن نعتبره بل يجب أن نستخرج أولا الاختلاف الوسط من المعدل بأن ننقص أو نزيد تعديله فإذا استخرجنا الاختلاف الوسط عدنا[١٢] واستخرجنا[١٣] الطول الوسط على النسبة ثم عمدنا إلى تعديله بعد ذلك ونجد أكثر ما يصيب مسيره من[١٤] من حد الوقوف إلى مقاطرة الشمس من تفاوت التعديل فى البعد الأعظم ح مه لا يختلف الزيادة والنقصان عليه بما يعتد به وتعديل الاختلاف عند أوج الحامل زائد[١٥] لا محالة نزيده على الاختلاف ويعلم[١٦] أنه بعينه يجب أن ينقص من الطول إذا تذكرت ما سلف لنا من

---

(١) د : يطلب

(٢) د : (ح ط ، ح ح ونسبته) بدلا من [ح ح البته]

(٣) د : يعلم (٤) د : المسلة

(٥) ف : فى الهامش

(٦) د : قوس

(٧) د : كب يح ير

(٨) د ، ف : المريخ

(٩) د ، ف : ه يط م

(١٠) [إلى الجزء الواحد] : غير موجود فى د

(١١) فى هامش ب : هو كاى

(١٢) د : عمدنا

(١٣) د : فاستخرجنا

(١٤) د : بين

(١٥) د : زائدة

(١٦) د : ونعلم

الأصول والذى كان خرج هو الاختلاف المعدل فيجب أن ننقص هذا القدر منه حتى يعود إلى الوسط فيكون حينئذ (يح كح يط)ونصيبه من الطول على النسبة التى لا تتغير [1] (ك نح كا) [2] بل (كا ى)تقريبا فيكون هو الطول المعدل وفى [3] جانب الحضيض يعمل بالضد [4] .

فصل

فى صفة عمل جداول وقوفات هذه الكواكب [5]

ثم عمل جداول الوقوفات وقد ارتاد فيها أن يسهل الوقوف على حد الوقوف ومركز التدوير على غير النقط الثلاث فرتب جدولا فيه ثلاثون سطرا طولا[6] واثنى عشرة[7] صفا عرضا فالصفان الأولان فيها وسط المسير الوسط المتفاوتة [8] بستة [9] ستة[10] الجدول الأول منها [11] يبتدئ من ست درجات وينتهى إلى (قف)والآخر يبتدئ من (شس) [12] درجة وينتهى إلى (قف) حتى يكون بعكسه والصفوف العشر [13] الباقية لكل كوكب منها صفان صف لبعد حد الوقوف الأول عن [14] أوج التدوير إذا كان مركزه فلك التدوير على النقطة المفروضة فى الجدولين فى الطول وصف مثل [15] ذلك للوقوف [16] الثانى وحساب ذلك هو على [17] استعماله

---

(١) فى هامش ب : ك نح يا

(٢) د : ك لح يا — وفى ف : ك يح كا

(٣) د : فى (٤) د : بالرصد

(٥) (فصل فى صفة عمل جداول وقوفات هذه الكواكب) : غير موجود فى د

(٦) ب : غير موجود (٧) د : واثنى عشر

(٨) د : المتقاربة

(٩) ب : غير واضح — وفى ف : نسبة

(١٠) ب : غير واضح — وفى ف : سنة

(١١) د : منها

(١٢) د : ثلثمائة وستين

(١٣) د : العسر — وفى ف : العشرة

(١٤) د : على

(١٥) د ، ف : لمثل

(١٦) د : الوقوف

(١٧) د : على سبيل

نسبة التفاضل الموضوعة (١) فى الجدول الثامن من جداول (٢) التعديل وإذا كان الكوكب عند كونه على خط حـ ح (٣) حكمنا أنه على حال طرف الليل فيبين (٤) أنه عند كونه على حد الوقوف فى مثل نقطة ر مثلا يكون مركز التدوير زائلا عن محاذاة (٥) نقطة ا فيكون ما وضعناه من حساب حد الوقوف عند البعدين المتقابلين من الحامل هو حساب لما يكون عند كون مركز التدوير زائلا عن الحدين وإن كان ذلك فى كوكبى زحل والمشترى غير مغادر لحقيقة (٦) كونه على البعدين نفسهما مغادرة يعتد بها (٧) فليقرر (٨) الحساب فى كوكبى زحل والمشترى على ما كان حيث حسبنا فيما سلف وهو زائل إذ لا كثير فرق بين زواله واستقراره وأما فى المريخ فما بعده فإن ذلك يختلف عما يعتد به لكنه قد يمكن أن نعلم حد الوقوف والكوكب على أحد البعدين بأن يوجد ما علم للزوال الذى حسبناه ثم يستخرج على سبيل حساب التفاضل وطلب الرابع حساب بعد حد الوقوف والمركز على البعدين بأن تكون نسبة التفاوت بين الموضع الذى عليه فلك التدوير وبين كونه على الأوج فى طول الخطين الخارجين من مركز الإبصار إلى مثل ذلك التفاوت بين الأوجى والوسطى كنسبة التفاوت بين التعديل الأوجى (٩) والموضع الذى فيه المركز إلى التفاوت من (١٠) التعديل الأوجى (١١) والوسطى حتى تكون نسبة تفاوت التعديلين كتفاوت البعدين وقد كان الحساب جرى للمريخ ومركز التدوير على (ك نح) (١٢) من (١٣) الأوج (١٤) فكان حد الوقوف بعده من حضيض التدوير (كب) وكذلك علم نظيره فى الوسط الأقرب (١٥) فاستخرج من ذلك تفاوت التعديل لكون

---

(١) د : الموضوع
(٢) د : أول
(٣) د : ع ـ
(٤) د : فبين
(٥) د : محاواة
(٦) ف : بحقيقة
(٧) د : به
(٨) د : فلنقرر
(٩) د : الأوجى والوسطى
(١٠) د : بين
(١١) (والموضع الذى فيه المركز الى التفاوت من التعديل الأوجى) : غير موجود فى ب
(١٢) د ، ف : ك مح
(١٣) ف : قسم
(١٤) [من الأوج] : فى هامش ف
(١٥) ب ، د : والأقرب

المركز[1] على حدى الأوج والحضيض من الحامل تقريبا وعلى ذلك حسب الكل كوكب ويمكن بذلك الطريق أن نعلم ما نصيب كل بعد فرضناه لمركز [2] التدوير عن البعدين المتقاطرين .

فصــل

فى معرفة الأبعاد العظمى من الشمس للزهرة وعطارد [3]

فلما فرغ من الجداول اشتغل [4] بحساب الأبعاد العظمى لكوكبى الزهرة [5] وعطارد [6] إذا كان مركز التدوير معلوم البعد الحقيقى فى الطول [7] بل كانت الزهرة معلومة البعد الحقيقى [8] عن أوجها الذى كان للزهرة فى الثور (كه) [9] وكان عطارد معلوم البعد عن الأوج الأول الذى كان على عصره [10] على عشرة من الميزان فحسب أمر الزهرة بشكلين يشتركان فى أن الكوكب فى رأس الحمل ويختلفان بأن الخط المماس فى الأول منهما واقع فى جهة مركز البروج وفى الثانى واقع بخلافه فأما الشكل الأول فليكن اب حـ د هـ القطر المار بالأوج والحضيض وليكن الأوج ا و : ب مركز المعــدل و : حـ مركز الحامل و : د البصر ولنخرج نصف قطر حـ ر [11] وعلى ر فلك تدوير ح ط [12] وليكن الكوكب فى هذا الشكل مغربيا [13] وعند [14] الخط المماس عند ط ولنصل د ط ومن

---

(١) [لكون المركز] : فى هامش ب ، ف

(٢) د ، ف : مركز

(٣) [فصل فى معرفة الأبعاد العظمى من الشمس للزهرة وعطارد] : غير موجود فى د

(٤) د : غير واضح

(٥) د : زهرة

(٦) د: عطارد

(٧) فى هامش ب : فإن

(٨) د : غير موجود

(٩) د : ك

(١٠) (على عصره) : غير موجود فى د

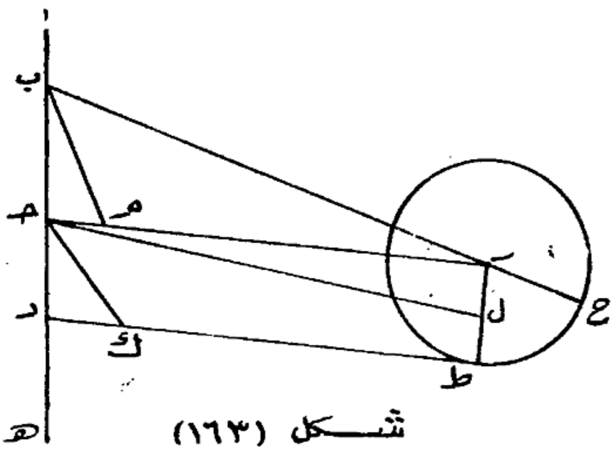
(١١) د : و ز – و فى ف : ب ر

(١٢) د : ح ط ب .

(١٣) فى هامش ب : مشرقيا .

(١٤) د : وعن – وفى ب بين السطرين : وعلى .

حـ عمود حـ ك على د ط [1] وعلى ر ط عمود حـ ل ومن ب على ر حـ عمود ب م فلأن زاوية ا د ط معلومة لأنا نفرض الكوكب معلوم الوضع و : ك قائمة وخط حـ د معلوم فمثلث [2] حـ د ك [3] معلوم [4] ولأن د ك معلوم ومتوازى أضلاعه أضلاع ط ل جـ ك قائم الزوايا و : ل ط [5] يوازى [6] جـ ك و : جـ ك [7] معلوم فموازيه ل ط معلوم يبقى ر ل معلوما وموتر حـ ر معلوم فمثلث جـ ل ر معلوم



شكل (١٦٣)

فجميع زاوية د جـ ر معلومة [8] فباقيه ا جـ ر معلومة فمثلث جـ م ب [9] القائم الزاوية المعلوم الضلع معلوم وأيضا مثلث [10] ب م ر [11] عن قريب معلوم فجميع زاوية هـ ب ر معلومة فباقيتها [12] ا ب ر وهى زاوية المسير [13] المستوى

(١) د : [على د ط عمود جـ ك] بدلا من [عمود حـ ك على د ط] .
(٢) د : لمثلث .
(٣) د : ح ر ك .
(٤) د : معلو .
(٥) د : [فـ : ل ط] .
(٦) د : موازى .
(٧) [و : حـ ك] : غير موجود فى د .
(٨) د : معلوم .
(٩) ف : حـ م ر .
(١٠) د : فمثلث .
(١١) ف : ر م د .
(١٢) د : فباقية .
(١٣) د : المستتر .

معلومة [1] وهي [2] مساوية لوسط الشمس فما يوتره ر ط من فلك البروج وهو التفاوت بين المعلومين معلوم وخرج لرأس الحمل (مه مد)[3] ونعدل الشمس فنعرف ما بينهما وأنت [4] يمكنك أن تحسب لغيرها [5] (*) . وأما

---

(١) د : معلوم . (٢) د : وهو .

(٣) د : مه يه

(٤) د : وانت .

(٥) د : لغيره .

(*) تعيين الأبعاد العظمى للزهرة عن الشمس :

فى شكل (١٦٣) نفرض ا ب ﺣ د ﻫ القطر المار بالأوج ا وبالحضيض ﻫ ، وبمركز المعدل نقطة ب ، ومركز الحامل نقطة ﺣ ، ومركز البصر نقطة د . وليكن ر مركز فلك التدوير ع ط ، ونفرض الكوكب نحو المغرب عند نقطة ط بحيث د ط مماس من البصر إلى فلك التدوير . فتكون زاوية ط د ر هى النهاية العظمى لبعد الزهرة عن الشمس المطلوب تعيينها . . .

نسقط ﺟ ك عمودا على د ط ، ﺣ ل عمودا على ر ط ، ب م عمودا على ﺣ ر

فى المثلث ﺣ د ك :

زاويةك = ٩٠° ، زاوية ﺟ د ك = ا د ط = معلومة ، الضلع ﺣ د معلوم

∴ يمكن أن نعلم زاوية د ﺣ ك وضلعا ك د ، ﺟ ك

وحيث أن الشكل ط ل ﺣ ك مستطيل

∴ ل ط = ﺟ ك = معلوم

∴ ل ر = ط ر — ل ط = معلوم

وفى المثلث ﺣ ل ر :

زاوية ل = ٩٠° ، الضلعان ﺟ ر ، ل ر معلومان

∴ يمكن أن نعرف زاوية ل ﺣ ر وضلع ﺣ ل

∴ نعلم زاوية د ﺣ ر = د ﺣ ك + ٩٠ + ل ﺣ ر

∴ نعلم زاوية ا ﺣ ر = ١٨٠ — د ﺣ ر

وفى المثلث ب م ﺣ :

زاوية م = ٩٠° ، زاوية ب ﺣ م معلومة ، ضلع ب ﺣ معلوم

∴ نعلم زاوية ﺣ ب م ، وضلعا ب م ، ﺣ م

وفى المثلث ب م ر :

زاوية م = ٩٠° ، ضلع ب م معلوم ، ضلع م ر = ﺣ ر — ﺣ م معلوم

∴ يمكن أن نعلم زاوية م ب ر

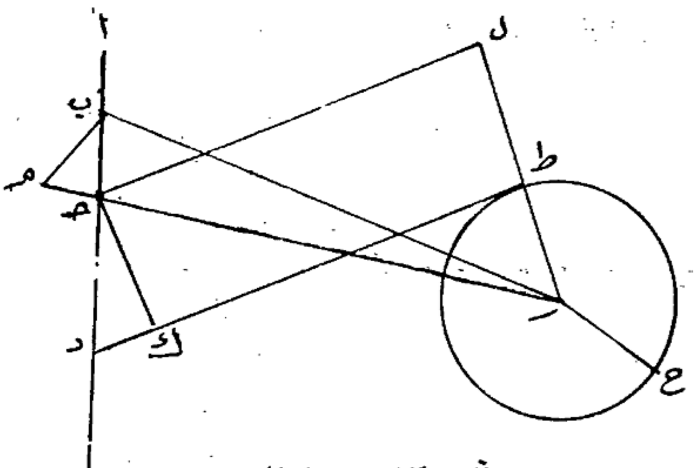
∴ تصير زاوية ا ب ر = ١٨٠ — (ﺣ ب م + م ب ر) معلومة

وهذه الزاوية هى المسير المستوى = وسط الشمس

أما لتعيين زاوية ط د ر فلدينا زاوية ط قائمة ، الضلع ط ر معلوم ، الضلع ط د = ط ك + ك د = ﺣ ل + ك د = معلوم

∴ الزاوية تصبح معلومة .

الشكل المبين لذلك والخط المماس يقع إلى خلاف جهة مركز البصر فليكن ط واقعا إلى جهة ا ولنصل د ط ونخرج عمودى [(١)] جـ ك ، ب م و : ب م [(٢)] يقع هاهنا فى الجانب الآخر فمثلث حـ د ك يعلم و : حـ د [(٣)] أعنى ل ط بل جملة ر ل معلوم [(٤)] و : ل قائمة ف : ل حـ معلوم وأيضا مثلث ب جـ م معلوم لضلعه وللقائمة وللقاطعة جـ المعلومة [(٥)] ف : ر م كله و : ب م معلوم فموتر ب ر معلوم والزوايا [(٦)] معلومة [(٧)] وزاوية ا حـ ر [(٨)] الخارجة من مثلث ب حـ م معلومة [(٩)] وزاوية



شكل (١٦٤)

ر معلومة فزاوية ر ب حـ معلومة فزاوية ا ب ر وهى [(١٠)] المسير [(١١)] المستوى معلومة [(١٢)] وأيضا جميع د ط معلوم من قسمته و : ط ر معلوم و : ط [(١٣)] قائمة

---

(١) د : عمود .
(٢) فى هامش ف : [و : جـ ك] – وفى د : [و : جـ ك] .
(٣) ف : [و : حـ ك] .
(٤) د : [ر ل ، ر حـ معلوم] بدلا من [ر ل معلوم]
(٥) د : معلوم
(٦) د : الزوايا
(٧) د : معلوم
(٨) د : ا حـ ر ر
(٩) د : معلوم
(١٠) د : وهو
(١١) د : للمسير
(١٢) د : معلوم
(١٣) د : [و : ل]

فمثلث ط د ر (١) معلوم فيا(٢) يوتره زاوية ط د ر معلوم (*) وهو أبعد البعد المرئى ويعدل للشمس (٣) فيعرف ما بينهما وأما الكوكب (٤) عطارد فإنه لما كان كثيرا ما يخفى فلا يظهر إذا كان على أبعد بعده من الشمس ارتاد له أن يكون فى موضع مثل ذلك فوضع عطارد فى بعد صباحى فى أول العقرب أو مسائى فى أول الثور فلما كان يمكن فى كوكب الزهرة أن يتوصل من معرفة منزلة المعدل إلى معرفة الوسط أعنى موضع مركز فلك (٥) تدويره ولم يكن يمكن (٦) ذلك فى كوكب عطارد لحركة فلكه الخارج بل كان الأمر بالعكس فإنه إنما يتوصل (٧) من وسطه

---

(١) د : أ حـ ر (٢) د : بما

(*) تابع تعيين الأبعاد العظمى للزهرة عن الشمس :

اعتبر هنا الكوكب فى الجهة الأخرى من التدوير أى أن المماس للتدوير يقع ناحية الأوج .

فى شكل (١٦٤) ليكن د ط مماس للتدوير عند الكوكب ط حيث نقطة ط ناحية الأوج أ .

مثلث حـ د ك معلوم كما سبق ذكره

∴ نعلم زاوية د حـ ك ، ضلعا حـ ك ، د ك

لكن حـ ك = ط ل ∴ ط ل معلوم

∴ ر ل = ط ل + ر ط = معلوم

فيصبح مثلث حـ ل ر معلوما ونعرف منه زاوية ل حـ ر وضلع ل حـ

∴ زاوية د حـ ر = د حـ ك + ٩٠ – ل حـ ر تصبح معلومة

وفى مثلث ب حـ م :

زاوية م قائمة ، زاوية ب حـ م = د حـ ر = معلومة ، ضلع ب حـ معلوم

∴ يمكن أن نعرف الضلعان ب م ، حـ م

∴ ر م = حـ م + حـ ر تصبح معلوما

وفى مثلث ب م ر : زاوية م = ٩٠° ، الضلعان ر م ، ب م معلومان

∴ نعلم من ذلك زاوية ب ر حـ وضلع ب ر

لكن فى المثلث ب حـ ر عرفنا زاوية ب ر حـ ، وزاوية ب حـ ر = ١٨٠ – د حـ ر

∴ تصبح زاوية ر ب حـ معلومة

ومن هذه الزاوية نستنتج زاوية أ ب ر = ١٨٠ – ر ب حـ وهى المسير المستوى أو وسط الشمس

واخيرا لتعيين قيمة الزاوية ط د ر لدينا زاوية ط قائمة والضلع ط ر معلوم والضلع ط د = د ك + ك ط = د ك + حـ ل معلوم فتصبح الزاوية معلومة

(٣) د : الشمس

(٤) د : لكوكب

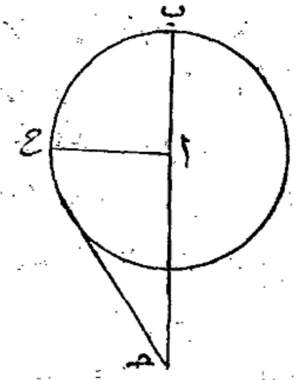
(٥) د : غير موجود (٦) د : غير موجود

(٧) د : يتوسل

إلى معدله وكان (١) بسبب ذلك لا يمكن أن يفرض الكوكب مثلا عند أول العقرب أو الثور ثم يعلم وسطه بوسط الشمس فيعدل الشمس فيعدل البعد فلما لم يكن هذا (٢) احتال لمعرفة ذلك وجها آخر وهو أنه جعل المعلوم أولا موضع مركز التدوير على بعد مفروض من الأوج أو الحضيض يقع له عطارد قريبا من مبدأ البروج المذكور فعرف من معرفة الوسط فضل التعديل ثم رأى إن تقدم أو تأخر عن موضع المركز ببعد مفروض من الموضع الأول بحسب ما تقتضيه (٣) الزيادة فى التعديل أو النقصان تقدما أو تأخرا من الموضع الأول ليحصر (٤) فيه الدرجة المفروضة بين الموضعين إذا (٥) عدلا ويصار إلى ذلك بالحدس والامتحان فعرف بينهما تفاوت التعديل الأعظم وعرف تفاوت الدرج فاستخرج من ذلك أن لذلك المقدار من تفاوت الدرج يقع مقدار معلوم من تفاوت بين التعديلين الأعظمين ثم عرف أن أقرب البعدين من الدرجة المفروضة كم بينها (٦) وبين الدرجة فعرف أن ذلك المقدار كم يوجب من التفاوت فى التعديل الأعظم بحسب الاعتبار بين (٧) الحسابين (٨) الأول فكان ذلك غاية البعد من وسط الشمس فعرف وسطها فعدل وسط الشمس فيعدل البعد مثاله أنه وضع أولا مركز التدوير على عشرة من الميزان وهو الأوج ونظر (٩) أن الكوكب كم بعده المرئى من أول العقرب فصادفه على (كط ب) من الميزان وبعده من وسط الشمس (كاب) (١٠) وبينه وبين رأس العقرب (ـح لح) (١١) ثم وضع مركز التدوير على ثلاثة أجزاء من الأوج فكان الكوكب يرى (١٢) على (ا نه) (١٣) من (١٤) العقرب وبعده على (١٥) وسط الشمس

(١) د : فكان (٢) د : غير موجود
(٣) د : ما يقيسه — وفى ف : ما يقتضيه
(٤) د : تنحصر (٥) ف : إذ
(٦) د : بينهما (٧) د : من
(٨) د : غير واضح
(٩) د : فنظر
(١٠) فى هامش ب : كذى يوم — وفى د : كد ب
(١١) د ، ف : ه يح
(١٢) د : نرى
(١٣) د ، ف : أنه
(١٤) د : مر
(١٥) د : من

(ك نا)(1) فعرف أنه لو كان يرى على الدرجة الأولى من العقرب لكان تعديله بمقدار (ك يح)(2) فإذا عدل الشمس عرف البعد ثم فعل مثل ذلك والكوكب عند الثور وأما بيان ذلك بالأشكال فالشكل الأول مبنى على أن مركز تدويره



شكل (١٦٥)

فى أوج الحامل بالحقيقة وهو عاشر الميزان و : ب مركز المعدل و : حـ مركز البروج حتى يقع ب ، جـ معا فى خط واحد ويكون (3) التدوير على ا والخط المماس على ح (4) فلأن ا جـ ، ا ح معلومان (5) والزاوية قائمة(6) فمثلث (جـ ح ا)(7) والزاوية أعنى ا جـ ح معلومة (8)(*) وخرجت

---

(1) د : كدى

(2) د : كدى

(3) [مركز المعدل و : حـ مركز البروج حتى يقع ب ، حـ معا فى خط واحد ويكون] : غير موجود فى د

(4) د : حـ

(5) د : معلوم

(6) فى هامش ب : [فـ : حـ ح معلوم وزاوية ا حـ ح معلومة وخرجت ك ب ر]

(7) د : (فـ : حـ ا معلوم) بدلا من [فمثلث حـ ح ا]

(8) د : معلوم

(*) تعيين الأبعاد العظمى لعطارد :

فى حالة كوكب الزهرة التى ناقشناها فيما سبق كان المفروض أننا نعلم موقع الكوكب ط ، أما فى حالة عطارد فإنه قريب جدا من الشمس ويصعب تعيين موقعه ، ولذلك فرض بطليموس موقع مركز فلك التدوير بالنسبة للأوج أو الحضيض ومن ذلك استنتج موقع الكوكب . وقد أخذ لذلك عدة مواقع معينة لمركز فلك التدوير ووضع النتائج على هيئة جدول يمكن منه تعيين المطلوب بالتقريب . وقد ناقش لذلك ثلاثة مواضع :

(يط ب)[1] ثم لو[2] وضع زائلا عن الأوج بأجزاء[3] محدودة مثلا ثلاثة أجزاء حتى يقع ب ا[4] فى خلاف جهة ح ولنصل ب ه ر ، حـ ه ونعمل عليه فلك تدوير ر ح ونخرج جـ ح مماسه[5] ونصل ه ح[6] فلما كانت زاوية ا ب ه معلومة فيمكن أن يعلم بها ب ه حـ التى للتعديل على الأصول الماضية فى حساب التعديل وأن يصير من ذلك خط حـ ه معلوما ثم يصير ه ح معلوما وزاوية ه جـ ح[7] معلومة(*) وخرجت (لـ نا)[8]

الموضع الأول : مركز التدوير عند أوج الحامل : فى شكل (١٦٥) نقطة ا الأوج حيث مركز التدوير ، نقطة ب مركز المعدل ، نقطة حـ مركز البروج

فإذا رسمنا حـ ح مماسا للتدوير كانت زاوية ا حـ ح هى الفرق بين الأوج وموضع الكوكب أى بين موضع مركز التدوير وموضع الكوكب وهذه الزاوية يمكن تعيينها من المثلث حـ ع ا حيث : الضلعان ا حـ ، ا ع معلومان ، زاوية ع = ٩٠°

(١) د : كب

(٢) د : غير موجود

(٣) ب : غير واضح

(٤) د : ما

(٥) (ونخرج حـ ع مماسه) : غير موجود فى د

(٦) د : ه حـ

(٧) د : حـ ح

(*) تابع تعيين الأبعاد العظمى لعطارد :

الموضع الثانى : مركز التدوير على بعد معين من الأوج . فى شكل (١٦٦) نقطة ا هى الأوج ، نقطة ه مركز فلك التدوير ، نقطة حـ هى مركز البروج ، نقطة ب مركز المعدل وهو لابد أن يقع على حـ ا

نرسم حـ ع مماسا للتدوير فى نقطة ع وليكن ع موضع الكوكب ، ونصل ب ه ليقطع امتداده فلك التدوير فى نقطة ر .

المفروض أننا نعلم زاوية ا ب ه والبعدين حـ ب ، ه ع

والمطلوب تعيين زاوية ه حـ ح

من زاوية ا ب ه يمكن تعيين زاوية التعديل ب ه حـ كما سبقنا شرحه

وفى المثلث ب ه حـ أصبح معلوما لدينا :

زاويتى ب ه حـ ، ب حـ ه والضلع حـ ب

من ذلك نستطيع إيجاد الضلع حـ ه

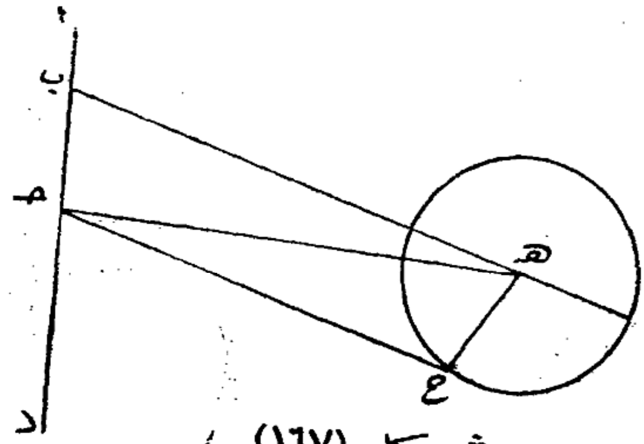
∴ المثلث ه حـ ح أصبح معلوما فيه :

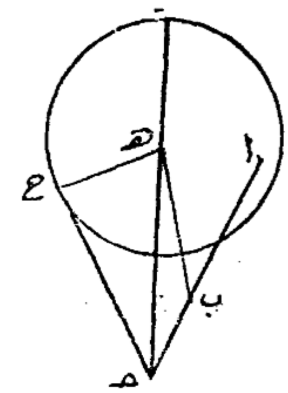
زاوية ع القائمة والضلعين حـ ه ، ه ح

ومن ذلك نعرف زاوية ه حـ ح المطلوبة

(٨) د ، ف : لـ يا

وليقع على بعد محدود من الحضيض الأول ولنصل جـ ح صباحيا فلأن زاوية حـ ب هـ (١) تصير معلومة فتعلم بما تقدم حـ هـ و : هـ ح معلوم فتعلم مثلث هـ جـ ح





شكل (١٦٧) شكل (١٦٦)

وزاوية هـ جـ ح (٢) (**) فإذا كان (٣) الوسط بعده من الحضيض الأول وهو عاشر الحمل (لط) (٤) جزءا والشمس بالوسط فى الثور (يط) (٥) درجة وبالمقوم (يط لح) (٦) تكون زاوية حـ هـ ح (٧) (يو يه) (٨) ويكون

---

(١) د : و ب هـ — وفى ف : د ب هـ

(٢) [معلوم فتعلم مثلث هـ حـ ع وزاوية هـ حـ ع] : مكرر فى د

(**) تابع تعيين الأبعاد العظمى لعطارد :

الموضع الثالث : مركز التدوير على بعد معين من الحضيض . فى شكل (١٦٧) نقطة د هى الحضيض ، نقطة ا هى الأوج ، نقطة ب مركز المعدل ، نقطة حـ مركز البروج ، نقطة هـ مركز فلك التدوير نفرض أن نقطة ع موضع الكوكب حيث حـ ح مماس التدوير

المفروض أننا نعلم زاوية ا ب هـ أو زاوية حـ ب هـ = ١٨٠ — ا ب هـ ، والضلعان حـ ب ، هـ ع

والمطلوب تعيين قيمة الزاوية هـ حـ ع

من زاوية حـ ب هـ يمكن إيجاد زاوية التعديل ب هـ حـ ، ومن المثلث ب هـ حـ نعين الضلع حـ هـ ثم من المثلث هـ حـ ع نستنتج الزاوية المطلوبة هـ حـ ع

(٣) د : كانت

(٤) د : تسعة وثلاثين

(٥) د : تسع عشرة

(٦) ف : قيط لح

(٧) فى هامش ب : حـ هـ ع تزيد — وفى د : حـ ع هـ — وفى ف : حـ ع د

(٨) د : يريد

عطارد على (كريه)[1] من الحمل وبعده[2] الحقيقي من الشمس (كب كج) وإذا كان بعد الوسط يعني من الحضيض[3] (مب) حتى تكون الشمس بالوسط (كب) من الثور والمقوم[4] (كب لا) منه خرج[5] زاوية ه جـ ح[6] (كجمه)[7] وعلى هذا الوجه حسب للكوكب على رأس برج آخر ووضع جداول اثنى عشر تشتمل على (٥) صفوف[8] الأول فيه اسم مبادىء البروج والثانى لصباحى الزهرة والثالث لمسائيها والرابع والخامس كذلك لعطارد.

---

(١) د : يريه
(٢) د : وبعدها
(٣) (يعنى من الحضيض) : فى هامش ب ، وغير موجود فى د
(٤) ب : وبالمقوم – وفى د : وبالمقوم على
(٥) د : فيخرج
(٦) د : ـه ـ ع
(٧) د : كه مر
(٨) د : [صفوف خمسة] بدلا من [(٥) صفوف]

المقالة الثالثة عشر

فى الأصول التى يعمل عليها
فى ممر الكواكب الخمسة فى العرض

المقالة الثالثة عشرة

فى الأصول التى يعمل عليها
فى ممر الكواكب الخمسة فى العرض (١)

هذه الكواكب الخمسة كلها (٢) تشترك فى أن الفلك الحامل لمركز تدويرها مائل (٣) عن (٤) فلك البروج فإن الرصد يحقق ذلك بالمشاهدة لكن ميلها ليس عن(٥) مركز نفسه ولا على مركز آخر بل على مركز فلك البروج حتى يكون الخط المتوهم مارا بموضع التقاطع يمر على مركز البروج دون مركز الحامل فيكون قطرا للبروج ووترا للحامل وتكون زوايا الميل فى الجانبين متساوية بحسب مركز البروج لا بحسب مركز الحامل حتى يكون البعد من الجانبين سواء بحسب مركزه (٦) وإنما علم أن الصورة كذلك لأن كل واحد منها إذا بعد مركز فلك تدويره عن النهاية الشمالية ربع دائرة معدلة (٧) وكان بعده فى اختلافه ربع دائرة عن أوج التدوير معدلة (٨) رئى (٩) فى سطح فلك البروج لأن القطر المار بمركز فلك التدوير إلى الربع المعدل منه فى الجانبين يحصل فى سطح فلك البروج وهذا أيضا يدل على أن ميل التدوير عن الحامل الذى يسير إليه يكون بحسب القطر المار بالبعدين اللذين بالقياس إلى مركز البروج دون الذى بالقياس إلى مركز (١٠) آخر إذ كان إنما يوالى (١١) سطح البروج إذا تحصل فى الربع عن الأوج المعدل وهذا الميل

---

(١) (المقالة الثالثة عشر فى الأصول التى يعمل عليها فى ممر الكواكب الخمسة فى العرض) : غير موجود فى د

(٢) د : غير موجود

(٣) د : غير موجود

(٤) د : عند

(٥) د : على

(٦) (حتى يكون البعد من الجانبين سواء بحسب مركزه) : غير موجود فى د

(٧) [عن النهاية الشمالية ربع دائرة معدلة] : غير موجود فى د

(٨) د : معلو معدلة

(٩) د : روى

(١٠) (البروج دون الذى بالقياس إلى مركز) : فى هامش ف

(١١) د : توالى

هو أن كل الخمسة تشترك فى أن سطح فلك التدوير الذى تحده دائرة من الكبار الواقعة فى كرته (١)على أوجه وحضيضه مائل أيضا عن سطح الفلك الخارج المركز ولو كان منطبقا عليه لكان الكوكب إذا كان فى هذا السطح رئى (٢) دائما فى سطح الفلك الخارج المركز وليس كذلك بل قد يكون إذا كان على الحضيض من التدوير كان له عرض وإذا كان على الأوج(٣) كان له عرض آخر وإن كان مركز فلك التدوير على نقطة واحدة مثلا عند الأوج من الحامل أو الحضيض منه أو نقطة أخرى. والنهايات الشمالية للثلاثة العلوية أما لزحل والمشترى ففى أول بروج الميزان وأما (٤) للمريخ (٥) ففى (٦) آخر السرطان فكأنه(٧) مطابق أوجه . ورصدت الكواكب الثلاثة العلوية فكانت إذا حصلت بالوسط على أوج الحامل المرئى (٨) ترى شمالية فعلم أن (٩) أوجاتها شمالية وأما فى أفلاك تدار يرها فإنها رئيت(١٠) بالرصد إذا كانت شمالية وكانت على أوج التدوير كانت أقل عرضا وإذا كانت عند الحضيض كانت أكثر عرضا فعلم أن القطر المار بالأوج والحضيض نصفه الأعلى يكون مائلا عن سطح الفلك الحامل إلى الجنوب ونصفه الأسفل إلى الشمال وكانت (١١) فى جهة الجنوب على عكس هذا كانت (١٢) ترى عند الحضيض أكثر عرضا إلى الجنوب وعند الأوج أقل عرضا فكان ميل حضيضه أبدا عن سطح الحامل إلى الجهة التى هو فيها من الحامل فإن غاية هذا الاختلاف عند النهايتين الشمالية والجنوبية فإنه إذا كان مركز تدويرها على نهاية شمالية فى غاية زيادة عرض الحضيض إلى الشمال (١٣) وغاية ميل الأوج إلى الجنوب ونعكس هذا عند

---

(١) د : كونه
(٢) د : روى
(٣) (كان له عرض وإذا كان على الأوج) : غير موجود فى د
(٤) د : غير موجود
(٥) د : والمريخ
(٦) د : فى
(٧) د : وكأنه
(٨) د : غير موجود
(٩) د : غير موجود
(١٠) د : رويت
(١١) د : فكانت
(١٢) د : وكانت
(١٣) د : الشمالية

النهاية الجنوبية ثم إذا فارقت النهاية رؤى[1] كل واحد من الأمرين ينتقص ويتراجع[2] فيزداد عرض الأوج إلى تلك الجهة وينتقص عرض الحضيض حتى إذا بلغ العقدة يكون قد [3] انطبق القطر على سطح فلك البروج فكلما يفارق العقدة يظهر العرضان فيأخذ الذى من جانب إلى خلاف ذلك الجانب وكذلك [4] حتى يبلغ النهاية الأخرى فيبلغ الأمر غايته ثم يأخذ ينطبق عند العقدة الأخرى عرفت [5] هذا بأرصاد متتالية للكوكب وهو على أوج التدوير والآخر وهو [6] على حضيض التدوير ومركز التدوير متنقل [7] من النهاية إلى العقدة أو من العقدة إلى النهاية وأما القطر المقاطع لهذا القطر على قوائم وهو الذى يحد [8] غاية [9] التعديل فإنه يكون دائما موزايا لفلك البروج عرف ذلك بأن رصد الكوكب على طرفه الشرقى وعلى طرفه الغربى ومركز التدوير على نقطة واحدة فكان البعد يكون دائما واحدا بعينه فعلم أن هذا القطر يكون دائما موازيا لسطح فلك البروج وأنه [10] دائما [11] ينطبق عليه عند العقدة لأن مركز التدوير متى حصل فى العقدة رؤى الكوكب فى سطح البروج فى أى طرفى هذا القطر كان وهذا الانطباق مما يؤدى إليه تلك الموازاة وأما الزهرة وعطارد فرصد من أمرهما أن مركز التدوير إذا حصل على أوج الحامل أو حضيضه وكان الكوكب عند أوج التدوير أو حضيضه لم يكن له ميل سطح الحامل بل رؤى عرضه فى الحالين واحدا لأن الميل ميل الحامل فقط أما للزهرة فشمالى أبدا وأما لعطارد فجنوبى أبدا وذلك لأمر تعلمه بعد وفى الحالين بمقدار واحد وأما إذا كان مركز التدوير عند العقدتين اختلف عرض الحضيض والأوج جدا فيكون إذن هاهنا [12] ابتداء ميل هذا القطر عند الأوج والحضيض

---

(١) د : روى

(٢) ب ، د : فيتراجع – وفى ف : ويراجع

(٣) د : غير موجود

(٤) د : كذلك

(٥) د : عرف

(٦) د : غير موجود

(٧) د : منتقل

(٨) فى هامش ب : تحب لغاية التعديل – وفى د : يجب

(٩) د : لغاية

(١٠) ف : فإنه

(١١) ب د : غير موجود

(١٢) (إذن ها هنا) : غير موجود فى د

من الحامل وهاهنا غايته عند العقدتين فإنه رصد الكوكب فى الحضيض والأوج ومركز التدوير على العقدة فكان تفاوت ما يوجبه الطرفان فى العرض بالغا غايته حتى إذا فارق العقدة أخذ يتراجع لكن الذى للزهرة من ذلك بخلاف الذى لعطارد فإن الزهرة إذا فارق مركز تدويرها حضيض المائل أخذ يميل حضيض التدوير إلى الشمال وإذا كان الكوكب عليه يرى أميل إلى الشمال من سطح الحامل حتى إذا فارقت(١) العقدة كانت بلغت النهاية فى العرض الشمالى ويكون الأوج ميله إلى الجنوب بحسب المقابلة وأما فى النقطة المقابلة للحضيض فالأمر بالعكس وأما الأمر فى عطارد فكل ما فى الزهرة بالقياس إلى الحضيض من الخارج فهو لعطارد بالقياس إلى الأوج من الخارج فكل ما (٢) أوجب لأوج التدوير فى الزهرة ميلا إلى الشمال فيوجب لأوج تدوير عطارد ميلا إلى الجنوب فهذا هو حكم أحد القطرين وهو المار بالأوج والحضيض وأما القطر الآخر وهو المار بالبعد الصباحى والمسائى منها فقد رؤى أن الكوكب إذا كان على إحدى نقطتى طرفيه ومركز التدوير على أوج الحامل أو حضيضه يكون ذلك القطر (٣) قد مال عن سطح الحامل ميلا لا ميل فوقه حتى أنه بعد ذلك يتراجع لكن الأمر فى الزهرة وعطارد مختلف أما الزهرة فلأن البعد الصباحى إذا كان التدوير على أوج الحامل يكون قد مال عن سطح الحامل إلى الجنوب أشد ميلا والبعد المسائى إلى الشمال أشد ميلا وأما عطارد فيكون الميلان عنه بالضد وإذا كان التدوير على حضيض الحامل كان الصباحى من الزهرة أشد ميلا إلى الشمال والمسائى إلى الجنوب وفى عطارد بالضد وقد علم جميع هذا بأن رصد الكوكب مرارا متوالية على أطراف هذه الأقطار ومركز التدوير فى المواضع المذكورة فظهرت هذه الأحوال وكان (٤) كل (٥) واحد من هذين الميلين (٦) إذا بلغ الغاية عند أوج الحامل أو حضيضه (٧) أخذ يتراجع فيقرب الطرف المتباعد (٨) من القطر ويبعد المتقارب حتى يحصل فى سطح المائل

---

(١) د : وافت

(٢) د : وكلما

(٣) د : غير موجود

(٤) د : غير موجود

(٥) د : وكل

(٦) د : المثلثين

(٧) د : وحضيضه

(٨) ف : هنا خلط فى المخطوط فهذا الجزء فى غير موضعه

فإذا صار سطح المائل (١) فى فلك البروج كان هناك غاية اختلاف طرفى القطر الأول فى ميليهما(٢) فإذن (٣)إذا (٤)زال الاختلاف عن طرفى (٥) قطر فانطبق على سطح الحامل يكون قد بلغ(٦) القطر الآخر غاية الاختلاف ثم إذا انطبق هذا يكون (٧) الآخر مال (٨) غاية الميل وبلغ غاية الاختلاف وحركة هذا القطر الثانى عن سطح المائل تسمى التواءا وانحرافا وحركة القطر الأول تسمى صعودا وهبوطا والعجب (٩) من (١٠) أن هذه الأرباع التى تختلف بحسبها الميول المذكورة ليست متساوية فى التحقيق بل بحسب القياس إلى فلك البروج على ماعلمت ومع ذلك فإن النسبة فى الميول واحدة لا تختلف فيها إذ كل ميل يبتدىء من مربع (١١) بحسب القياس إلى فلك البروج وينتهى غايته عند ربع ويتراجع عند ربع(١٢) ويبلغ غاية التراجع عند ربع ثم قد وجد للزهرة وعطارد شيء غير موجود للكواكب الثلاثة العلوية فإن مركز فلك التدوير للزهرة لم يوجد البتة إلا عند العقدة أو شماليا ومركز فلك التدوير لعطارد لم يوجد البتة إلا عند العقدة أو (١٣) جنوبيا ورصد هذا سهل بمعرفة التعديل وميل الأقطار المذكورة فوجب (١٤) ضرورة أن يكون سطح الفلك الخارج من كل واحد منها يتحرك من الجنوب إلى الشمال ومن الشمال إلى الجنوب فيأخذ من نهاية ميله الشمالى يميل إلى الجنوب حتى ينطبق سطحه على سطح فلك البروج ثم يفارقه إلى الجنوب حتى ينتهى ميله ثم يعود فإنه إذا كان منطبقا يكون اتفق أن كان مركز فلك التدوير

---

(١) (فإذا صار سطح المائل) : غير موجود فى ف

(٢) د : ميلهما

(٣) د : غير موجود

(٤) د : فإذا

(٥) د : غير موجود

(٦) د : غير موجود

(٧) (هذا يكون) : غير موجود فى د

(٨) د : مال الأول

(٩) د : والعجيب

(١٠) د : فى

(١١) د : ربع

(١٢) (ويتراجع عند ربع) : فى هامش ف

(١٣) (شماليا ومركز فلك التدوير لعطارد لم يوجد البتة إلا عند العقدة أو) : فى هامش ب

(١٤) د : فواجب

قطع الربع (١) المعدل من الأوج أو الحضيض وانطبق القطر المار بالبعد المسائى والصباحى على سطح فلك البروج وبلغ العقدة مع بلوغ النصف الآخر من الحامل الذى كان فى خلاف الجهة التى هما فيها (٢) وانطباقه بفلك (٣) البروج ثم إن مركز فلك التدوير كما يريد أن يعبر (٤) إلى النصف الآخر (٥) الحامل بعد الانطباق يحصل ذلك النصف فى هذا الجانب ويعبر (٦) النصف الذى كان عليه فلك التدوير إلى الجانب الآخر فيبقى مركز التدوير دائما فى جانب واحد أو (٧) العقدة لكن الأمر فى الزهرة بخلاف ما فى عطارد فإن فلك تدوير عطارد يكون على النصف الجنوبى حين يأخذ ذلك النصف إلى الشمال فكما ينطبق على سطح البروج يكون بلغ (٨) مركز التدوير العقدة فكما يفارق العقدة يكون (٩) النصف الشمالى حصل جنوبيا فبقى مركز تدوير عطارد فى جانب الجنوب وأما الزهرة فهذا المعنى لها من جهة الشمال وأما قطر التدوير الذى للكواكب الذى يمر بالبعدين المختلفين فإنه إذا انطبق على سطح الحامل ابتدأت تتحرك على دوائر صغار كالموضوعات (١٠) عند أطرافها تكون معادلة لمبلغ (١١) الميل الذى لطرف ذلك القطر فى العرض وتكون سطوح تلك (١٢) الدوائر (١٣) قائمة على سطح الحامل الخارج المركز منصفة بها ومركزها (١٤) عليه (١٥) يتحرك (١٦) إلى (١٧) الاستواء وعلى ملازمته (١٨) المسير فى الطول (١٩) كأنها

---

(١) د : ربع
(٢) د : فيه
(٣) د : فلك
(٤) د : يغيب
(٥) د : للآخر
(٦) د : و يغيب
(٧) د : أو فى
(٨) د : يبلغ
(٩) د : ويكون
(١٠) د : كالموضوعة
(١١) د : بمبلغ
(١٢) ف : فلك
(١٣) د : غير موجود — وفى ف : التداوير
(١٤) د : ومركزه
(١٥) د : عليها
(١٦) د : يتحرك عليها
(١٧) د : على
(١٨) د : تلازمه
(١٩) [فى الطول] : فى هامش ف

تعود معها السطح القاطع لفلك التدوير فيأخذ(١) فى ربع منها إلى ناحية الشمال مثلا (٢) ثم فى الربع الآخر يأخذ يعود إلى مطابقة سطح الخارج الحامل ثم (٣) فى الربع الآخر يأخذ (٤) نحو الجنوب وفى(٥) الربع الرابع يأخذ (٦) إلى المطابقة وأنت تعرف أن هذه المطابقة تختلف فى الكواكب فابتداؤها فى الثلاثة من (٧) عند العقدة وابتداؤها فى الاثنين من (٨) الجانبين فيقسم أرباعا ربع ناقل إلى الشمال مثلا وربع ناقل عنه إلى المطابقة وربع ناقل عنه (٩) إلى الجنوب وربع ناقل عن الجنوب إلى المطابقة وأما أدوارها بحسب الحركة المستوية فلا يصح أن يكون بالقياس إلى المراكز التى لها بل بالقياس إلى مراكز (١٠) أخرى خارج كما قد كان فى الطول ولو استوت حركتها بالقياس إلى مركز هذه الدائرة وذلك لأنا نعلم أن هذا القطر إذا قطع ربعا من هذه الدائرة الصغيرة فقد حصل إما على المطابقة وإما على غاية البعد وقد علم(١١) أن هذه المطابقة وهذه الغاية من البعد يقع ومركز التدوير قطع أرباعا معدلة من فلك البروج وذلك فى أزمنة مختلفة فيجب أن يكون قطع القطر أيضا لأرباع الدائرة الصغيرة فى أزمنة غير متساوية فإذن ليست حركتها بحسب مركز فلك الدائرة بل بحسب مركز آخر قياسه من مركزه قياس مركز المعدل من مركز الخارج الحامل .

---

(١) د : الذى يأخذ
(٢) د : فى الهامش
(٣) د : غير موجود
(٤) د : ويأخذ
(٥) د : فى
(٦) د : فيأخذ
(٧) ف : غير موجود
(٨) د : فى
(٩) د : عنها
(١٠) د : المراكز
(١١) د : علمت

فصـل

فى معرفة مقادير هذه الميول والانحرافات (١)

وأما مقادير ميل ميل (٢) وانحراف انحراف وهى قسى من دوائر كبار تخرج من قطب دائرة البروج وتقوم على دائرتها (٣) وتمر على دائرتها بالكوكب فيفرز (٤) بين المائل وبين دائرة البروج فإنها فى كوكبي الزهرة وعطارد قد يسهل السبيل إلى الوقوف عليها إذ (٥) كان كل ميل من ميولها الثلاثة منفردا (٦) عن الآخر وذلك أن الكوكب إذا كان على القطر المار بالبعدين المتقاطرين ومركز التدوير عند البعدين المختلفين من الخارج الحامل لم يكن له ميل بحسب التدوير بل يكون له ميل الخارج فقط وإذا كان على ذلك القطر وعند العقدة لم يكن له البتة ميل من جهة الخارج بل من جهة التدوير وإذا كان على القطر الآخر ومركز التدوير على الأوج حدث عرض خلاف عرض الحامل ويعرف التفاوت بينه وبينه فى الزيادة والنقصان لكن رصد هذين الكوكبين وهما على القطر المار بالبعدين المختلفين بالحقيقة طلبا لأفراد ميل الخارج المركز وحده لما (٧) يتعذر وقوع البصر عليهما حينئذ والسبب فيه كونهما فى طول درجة الشمس وإذا (٨) كان ذلك مما يتعذر فيجب أن يرصدا بقرب (٩) ذينك الموضعين وعلى أقرب ما يمكن وبحيث لا يكون (١٠) بينه وبين الذى لا يمكن رصده كثير فرق يعتد به ويظهر للحس ولما رصدا على طرفى هذا (١١) القطر ومركز التدوير على أوج الحامل أوحضيضه فوجدت الزهرة ولها ميل شمالى أبدا قريبا من سدس جزء ووجد عطارد وله ميل فى الجنوب أبدا قريبا من نصف وربع جزء فهذا ميل فلكيها (١٢) الخارجين وأما مسيرهما (١٣)

---

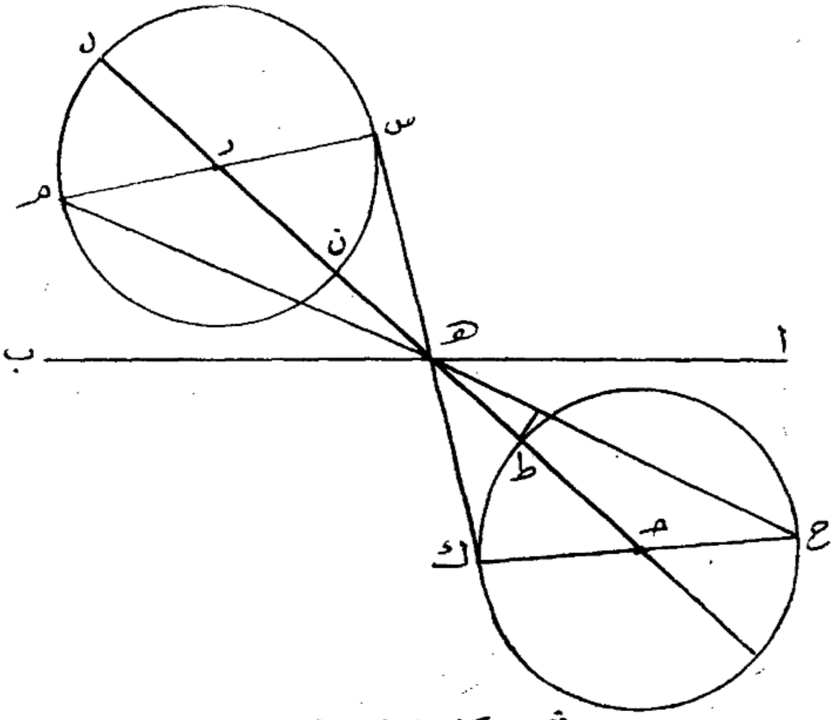
(١) (فصل فى معرفة مقادير هذه الميول والانحرافات) : غير موجود فى د
(٢) د : غير موجود
(٣) د : دائرة (٤) د : فتقرب
(٥) د : إذا
(٦) ب : منفرد — وفى د : ينفرد
(٧) د : مما
(٨) د : فإذا
(٩) د : لقرب
(١٠) د : لا يمكن
(١١) د : غير موجود
(١٢) د : فلكهما (١٣) د : مسيرها

فى أبعادها العظمى من الشمس فإنهما جميعا يريان فى حال كونهما على نهاية (١) الميل إلى الشمال أو إلى الجنوب من البعد الأعظم المقابل لما هما عليه بخمسة أجزاء تقريبا على الأمر الأوسط وذلك لأن الزهرة رصدت على طرف هذا القطر ومركز التدوير فى أوج الحامل فكانت المخالفة المذكورة أقل من خمسة أجزاء ورصدت وهى (٢) على الحضيض من الحامل فكانت أكثر من خمسة أجزاء وهذا الاختلاف بسبب القرب والبعد والتفاوت فى كليهما بحيث لا يعتد به فأقر الأمر على أن الوسط من الخلاف هو خمسة أجزاء ليكون نصفه وهو بهذا (٣) الميل الوسط جزئين (٤) ونصفا (٥) فإن المرصود غير (٦) الوسط وأما عطارد فقد وقع فى رصده أقل وأكثر من خمسة أجزاء بنصف جزء لذلك (٧) السبب إلا أن (٨) الاختلاف (٩) فى الزهرة كان (١٠) بما (١١) لا يعتد به لبعدها وفى عطارد بما (١٢) يعتد به لقربه وأما الكواكب الثلاثة الباقية يسهل فيها إدراك ميل بانفراده بالرصد بل يعرف من طريق الهندسة؛ فليتوهم سطح دائرة العرض قد قطع كرة التدوير مارا بمركز فلك التدوير وهو على أوج الحامل مرة وعلى حضيض الحامل مرة (١٣) أخرى فقطع أيضا سطح الحامل فحدث سطح (١٤) مشترك وهو (١٥) خط ر ح هـ د ل (١٦) و : ح (١٧)

---

(١) د : غاية
(٢) د : وهو
(٣) د : هذا
(٤) د : جزءان
(٥) د : ونصف
(٦) د : على
(٧) د : ولذلك
(٨) د : بأن
(٩) د : الخلاف
(١٠) د : غير موجود
(١١) د : لما
(١٢) د : وما
(١٣) (وعلى حضيض الحامل مرة) : غير موجود فى د
(١٤) د : فصل
(١٥) د : هو
(١٦) ف : رح هـ د ل
(١٧) فى هامش ب : [و : د حضيضه و : ح أوجه]

حضيضه و : د أوجه وقطع أيضا سطح البروج والفصل المشترك خط أ ب وليكن ه مركز البروج وليكن قطر التدوير على غاية الميل وأوجه المتحرك مرة ك إذا كان على ح ومرة س إذا كان على د لأنه إذا دار لا محالة حول ه فصار إلى الجانب الآخر صار ك حيث أعلمنا عليه س وكان (١) المريخ يرصد (٢) وهو على ميل نقطة ك فى حال طرف الليل فكان (٣) عرضه (٤) (د ك) فى الشمال وأما على



شكل (٨ ، ١)

ميل (٥) نقطة س فى حال طرف الليل فكان عرضه سبعة أجزاء فى الجنوب (٦) فتكون زاوية أ ه ك وزاوية ب ه س معلومتين (٧) ومختلفتى (٨) المقدار إذ ليس

---

(١) د : فكان
(٢) د : رصد
(٣) د : وكان
(٤) د : غير موجود
(٥) د ، ف : مثل
(٦) ف : الجنوب
(٧) د : معلومين
(٨) د : ومختلفى

خطاح هـ ، هـ م(١)متصلين على الاستقامة ولا خطاك هـ ، هـ س فيسهل الآن معرفة زاوية : ا هـ حـ التي لميل الحامل وقد كان اتضح في باب التعديل للمريخ أن القوس الواحدة من فلك التدوير يرى عند الأوج من الحامل والحضيض من الحامل (٢) بزاويتين مختلفتين عند البصر نسبتهما نسبة خمسة إلى تسعة ولا خلاف بين ما يوجب التعديل طولا وبين ما يوجب ذلك عرضا فيكون نسبة زاوية حـ هـ ك إلى زاوية د هـ س كنسبة خمسة إلى تسعة فزاويتا أ هـ ك ، ب هـ س معلومتان ونسبتهما معلومة و : أ هـ حـ ، ب هـ د (٣) المتقاطعتان متساويتان ونسبة زاويتي حـ هـ ك ، د هـ س معلومة فإذا كان نسبة الجملتين ومقداريهما (٤) معلومين (٥) ونسبة الباقي بعد حذف المتساويين معلومة (٦) وإن كانا مجهولين قيل سهل حينئذ علم مقدار الباقي وأنت تعلم أن نسبة حـ هـ ك إلى د هـ س (٧) كانت نسبة معلومة وزاويتا أ هـ ك ، رهس كانتا (٨) معلومتين (٩) وإذا (١٠) نقصنا (١١) زاويتي أ هـ حـ ، ب هـ د المعلومتين (١٢) نسبة المساواة بقيت زاويتا حـ هـ ك ، د هـ س المعلومتا (١٣) النسبة علم كل واحدة منهما بالمقدار وعلم بعد ذلك ما يبقى (١٤) على المحيط (١٥) بمقداره (*) وكان قبل محيط بنسبته وما يبقى هو

---

(١) ذ ، ف : حـ هـ ، هـ م

(٢) (والحضيض من الحامل) : غير موجود في د

(٣) د : غير واضح

(٤) د : ومقدارهما

(٥) ب ، د : معلومان

(٦) د : معلوم

(٧) ب ، ف : د هـ ر

(٨) د : غير موجود

(٩) ب ، د : معلومتان

(١٠) د : فإذا

(١١) د : أنقصنا

(١٢) د : المعلومين

(١٣) هـ : المعلومي

(١٤) ف : ماتبقى

(١٥) (على المحيط) : غير موجود في د

(*) تعيين ميل الفلك الحامل على سطح البروج :

في شكل (١٦٨) نأخذ سطح دائرة العرض المارة بقطبي البروج وبمركز التدوير في حالتين :

الحالة الأولى : عندما يكون مركز التدوير عند نقطة د أوج الحامل

الحالة الثانية : عندما يكون مركز التدوير عند نقطة حـ حضيض الحامل

ولنفرض أن سطح دائرة العرض يقطع سطح الحامل في الخط ر حـ د ل حيث هـ مركز البروج ،

كل واحدة من زاويتى [1] حـ هـ ك ، د هـ س اللتين [2] تخصان الميل الذى للتدوير عن الحامل فتكون زاوية جـ هـ ك ثلاثة أجزاء وثلثا [3] و : د هـ س [4] ستة أجزاء وتكون زاوية أ هـ حـ وزاوية ر هـ د [5] كل واحدة[6] منها جزءا واحدا ويلزم من [7] ذلك أن قوس ط ك وهو قوس وتر[8] زاوية الميل من

كما يقطع سطح البروج فى الخط ا ب (لاحظ هنا أن سطح الحامل مائل على سطح البروج وأن فلك التدوير يتحرك على الحامل) .

ولنفرض أنه عندما كان التدوير عند نقطة د كان الأوج المتحرك نقطة س : وعندما كان التدوير عند نقطة حـ كان الأوج المتحرك عند نقطة ك . أى أننا نعرف زاويتى ا هـ ك ، ب هـ س (لاحظ أنهما مختلفتا المقدار حيث أن هـ ك ليس على استقامة هـ س) .

∴ يصبح من السهل معرفة زاوية ا هـ حـ وهى مقدار ميل الحامل على البروج وهى تساوى أيضا زاوية ب هـ د

البرهان :

من معرفة النسبة بين البعدين هـ د ، هـ حـ نعرف النسبة بين الزاويتين حـ هـ ك ، د هـ س

$$\because \quad \frac{\text{حا حـ هـ ك}}{\text{حا د هـ س}} = \frac{\text{نصف قطر التدوير}}{\text{هـ حـ}} \div \frac{\text{نصف قطر التدوير}}{\text{هـ د}} = \frac{\text{هـ د}}{\text{هـ حـ}}$$

نفرض أن نسبة الزاويتين $\frac{\text{حـ هـ ك}}{\text{د هـ س}} = \text{ل}$

ونحن نعلم قيمة الزاويتين ا هـ ك ، ب هـ س

فلنفرض ا هـ ك = م ، ب هـ س = ن

∴ ا هـ حـ + حـ هـ ك = م ، ب هـ د + د هـ س = ن أى ا هـ حـ + د هـ س = ن

∴ ا هـ حـ + ل × د هـ س = م ، ا هـ حـ + د هـ س = ن

ونحذف د هـ س بضرب المعادلة الثانية فى ل وطرحها من الأولى

∴ ا هـ حـ − ل × ا هـ حـ = م − ل ن

$$\therefore \quad \text{ا هـ حـ} = \frac{\text{م} - \text{ل ن}}{\text{١} - \text{ل}}$$

أى أنه يمكننا معرفة قيمة الزاوية ا هـ حـ وكذلك زاويتى حـ هـ ك ، د هـ س

(١) ب : غير موجود

(٢) ب ، د : اللتان

(٣) ب ، د : وثلث

(٤) ف : [و : حـ هـ س]

(٥) د : ب هـ د

(٦) د : واحد

(٧) د : غير موجود

(٨) ب : يوتر — وفى د : تدوير

التدوير جزءان [1] وربع جزء أما فى زحل والمشترى فلم تكن الزاويتان المرصودتان مختلفتين [2] مما يعتد به فى أوج الحامل وحضيضه بل يكون الاختلاف المحسوس حيث تعدى [3] التدوير فإن العرض الذى يكون فى المسيرات المضافة للظهور والاستتار يكون [4] عندما يكون الكوكب فى قرب الأوج من التدوير أما فى زحل فجزئين [5] بالتقريب وأما فى المشترى فجزءا [6] واحدا وأما فى أحوال طرف [7] الليل عندما يكون الكوكب فى قرب الحضيض فلزحل إلى ثلاثة أجزاء وللمشترى إلى جزئين ونسبة ما يوتره قوسان متساويتان إحداهما متصل بأوج التدوير والأخرى يتصل بحضيض التدوير ومركز التدوير عند الأوج معلومة وهى [8] إما لزحل فنسبة ١٨ [9] إلى ٢٣ [10] وإما للمشترى فنسبة ٢٩ [11] إلى ٤٣ [12] وإذا عرف ذلك فقد عرف نسبة زاوية ر ه ح [13] إلى زاوية ر ه ك وجملة زاوية ج ه ك معلومة إذ كانت توتر فضل ما بين المسيرين [14] فى العرض اللذين [15] أحدهما عند الحضيض من التدوير والآخر عند الأوج وزاوية ا ه ح [16] هى التى كانت عند الحضيض [17] هى [18] بمقدار [19] العرض الحضيضى فتكون ك ه ح فضل العرض الأوجى على

---

(١) ب ، د : جزءين

(٢) ب : مختلفتان – وفى د : مختلفان

(٣) د : بعدى

(٤) د : غير موجود

(٥) د : فجزءان

(٦) ب : جزء

(٧) د : طرق

(٨) د : وتلك

(٩) د : يح – وفى ف : ١٩

(١٠) د : كد

(١١) د : ك ط

(١٢) د : مج

(١٣) د : ر ه ح

(١٤) د : المشترى

(١٥) ب ، د : التى – وفى ف : الذين

(١٦) د : ا ح

(١٧) فى هامش ب : [عند الأوج هو مقدار العرض الأوجى وزاوية ا ه ك عند الحضيض]

(١٨) د : هو

(١٩) د : مقدار

الحضيضى[1] إذا كانت زاوية ا هـ ح لرصد الكوكب عند الحضيض معلومة[2] وفضل[3] عرض الأوج عليها معلوما صارت زاوية ح هـ ك[4] بأسرها معلومة[5] فيعلم من قسمة زاويتى[6] ح هـ ك على النسبتين علم أن مقدار زاوية ر هـ ح[7] كم هى فيخرج فى زحل (كو) دقيقة[8] وفى المشترى (كه) دقيقة[9] وتبقى زاوية ا هـ ح الباقية وهى زاوية ميل[10] الحامل معلومة[11] والمبلغ ما يبقى بعد حذف المعلومين فمن هذه الوجوه علمنا مقادير الميول الكلية فأما المقادير الجزئية فقد علمت من وجه نذكره.

فصل

فى صفة عمل جداول للممرات الجزئية فى العرض[12]

ثم اتخذ لها جداول أودعت عروض الخمسة المتحيرة فى كل جدول منها من السطور مثل ما فى جداول الاختلاف وصفوفها[13] خمسة فالصفان[14] الأولان للأعداد على ما علمت وأما الصفوف الثلاثة بعدهما فما كان للزهرة وعطارد ففيها[15] العروض عن فلك البروج التى يوجبها جزء جزء من فلك التدوير فى الميول العظمى أنفسها على أن الكوكبين يقرب العقدتين حيث فيه ميل واحد وأما للثلاثة الأخر فكذلك

---

(١) (فتكون ك هـ ح هى فضل العرض الأوجى على الحضيضى) : فى هامش ب

(٢) د : معلوم

(٣) فى هامش ب : (وفضلها على عرض الأوج معلوم)

(٤) ف : هـ ح ك

(٥) د : معلوما

(٦) د : زاوية

(٧) د : ر هـ ح

(٨) د : (ه كو) بدلا من [(كو) دقيقة]

(٩) د : (ه كه) بدلا من [(كه) دقيقة]

(١٠) د : مثل

(١١) (ميل الحامل معلومة) : مكرر فى د

(١٢) فصل فى صفة عمل جداول للممرات الجزئية فى العرض) : غير موجود فى د

(١٣) د : وصفوف

(١٤) د : غير موجود

(١٥) د : ففها

وهي بقرب النهايات الشمالية مع مافيه من ميل الحامل إذا وجب زيادته والصفوف الروابع في الثلاثة العلوية لنظائر (١) تلك الأبعاد من النهايات الجنوبية مع (٢) ما فيه من ميل الحامل إذا وجب زيادته ووجه حساب ذلك أما في عطارد والزهرة فعلى قانون هذا الشكل ليكن أ ب جـ الفصل المشترك بين سطح البروج وسطح العرض القائم عليه وليكن نقطة ب مركز التدوير هناك وخط هـ ب د (٣) الفصل المشترك بين سطح العرض (٤) وسطح التدوير المفرز (٥) لمدار (٦) الكوكب عليه (٧) و : هـ الحضيض و : د الأوج ويكون عليه دائرة ر د جـ هـ تلك الدائرة في كرة (٨) التدوير ولا يجوز على نقطة جـ وإن كان في السطح رئي (٩) مجتازاً عليه بل يكون جـ في الجانب الآخر من السطح الذي لدائرة التدوير وليكن هـ ط (مه)(١٠) جزءا من هـ الحضيض والكوكب على ط وليكن ر ب ح هو القطر المقاطع للقطر الأول هو (١١) على قوائم فيكون منطبقا على سطح البروج وليكن ط ك (١٢) عموداً على هـ د في سطح هذه الدائرة موازيا لخط ب ح القائم عليه فيكون موازيا لسطح فلك البروج لا محالة ولنصل ط ب وليكن مطلوبنا زاوية ا ب ط لنعلمها من علمنا بزاوية ا ب هـ المفروضة معلومة ومن خطى ا ب ، ب هـ المعلومى (١٣) النسبة (١٤) فيخرج من نقطة ط عمودا على خط هـ ب د ونخرج من ك وهي في سطح دائرة العرض وعلى الفصل المشترك بين تلك الدائرة وفلك التدوير عمود ك ل على ا ب جـ الذي هو الفصل

---

(١) د : نظائر

(٢) د : معما

(٣) ف : ب هـ د

(٤) د : للعرض

(٥) د : المتقرر

(٦) د : بمدار

(٧) د : غير موجود

(٨) ف : فلك

(٩) د : يرى

(١٠) د : خمسة وأربعين

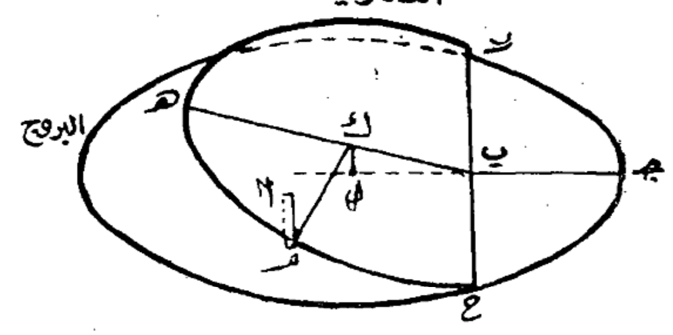
(١١) ب ، د : غير موجود

(١٢) ب : ا ك – وفي د ، ف : ك ل

(١٣) د : المعلومين

(١٤) د : من النسبة

المشترك بين سطح (١) العرض والبروج فيكون عمودا على سطح البروج ويخرج من ط
على سطح البروج (٢) عمود ط م حتى لا يكون لخط (٣) د م ا (٤) فى دائرة



شـــكل (١٦٩)

التدوير ميل (٥) ما نراه بل فى سطح البروج ونصل م ل ، ا م ، ا ط (٦) فيعلم
مثلث ط ب ك من معرفتك خط ب ط وزاويتى ك القائمة و : ب المعلومة بسبب قوس
هـ ط ويظهر لك أن (٧) ساقى (٨) ط ك ، ك ب متساويان (٩) لأن زاوية ب توتر
نصف ربع الدائرة فهى نصف قائمة ويعلم مثلث ب ك ل (١٠) من معرفتك خط
ب ك وزاويتى ل ، ب فإن زاوية ا هـ ب فرضت معلومة وهى (١١) ميل (١٢)
الحضيض فعرف (١٣) ب ل فعرف (١٤) ا ل الباقى من ا ل ب (١٥) المعلوم

---

(١) د : سطحى
(٢) [ويخرج من ط على سطح البروج] : غير موجود فى د
(٣) د : نقطة
(٤) د : م د ا – وفى ف : [هـ ط د م ا) بدلا من (لخط د م ا)
(٥) د ، ف : مثل
(٦) د : م ل ، ا م ، ن ط
(٧) د : أو
(٨) د : غير واضح
(٩) د : متساويتان
(١٠) ب ، ف : ر ك ل ص
(١١) د : وذلك
(١٢) ف : مثل
(١٣) د : فيعرف
(١٤) د : ويعرف
(١٥) د : ا ب د – وفى ف : ا ب

بتقدير ب ط الذى هو نصف قطر التدوير وقد علم به غيره فلأن التدوير وقد علم به غيره (١) فلأن (٢) ل م مواز (٣) ا : ط ك و هما عمودان على سطح واحد فهو معلوم فمثلث ا ل م معلوم وزاوية م ا ل التى للطول معلومة ولأن(٤) ط م عمود على سطح البروج فزاوية ا م ط قائمة و : وأم معلوم و : ط م المساوى ا : لك ل معلوم فزاوية م ا ط معلومة وهى للعرض (*) وقد خرجت بالحساب للزهرة

---

(١) (فلأن التدوير وقد علم به غيره) : غير موجود فى د ، ف

(٢) د : ولأن

(٣) د : موازى

(٤) ف : لأن

(*) تعيين عرض عطارد والزهرة :

فى شكل (١٦٩) نفرض أن سطح دائرة العرض يقطع سطح البروج فى الخط ا ب حـ حيث نقطة حـ مركز التدوير ، ولتكن نقطة هـ الحضيض ، ونقطة د الأوج ، ولنفرض أن الكوكب كان عند نقطة ط حيث زاوية هـ ب ط معلومة .

نرسم القطر ز ب ح عموديا على القطر هـ ب د فيكون هو تقاطع سطح البروج والتدوير ونسقط العمود ط ك على هـ د ، ومن نقطة ك نسقط العمود ك ل على ا ب حـ ، كما نسقط من نقطة ط العمود ط م على سطح البروج

والمطلوب تعيين زاوية ط ا م وهى عرض الكوكب

فى المثلث ط ب ك :

زاوية ك قائمة ، زاوية ب معلومة ، وضلع ب ط معلوم

∴ يمكن أن نعرف الضلعان ط ك ، ك ب

وفى المثلث ب ك ل :

زاوية ل قائمة ، زاوية ب معلومة = ميل التدوير على البروج ، الضلع ك ب معلوم

∴ نستنتج من ذلك الضلع ب ل

∴ ا ل = ا ب − ب ل يصير معلوماً

لكن فى الشكل ط م ل ك :

ط م يوازى ك ل ، ط ك يوازى م ل

∴ الشكل متوازى أضلاع أى أن :

ل م = ط ك ، ل م عمودى على ا ب ، ط م = ك ل

وفى المثلث ل ا م :

زاوية ل قائمة ، والضلعان ا ل ، ل م معلومان

من ذلك نعرف قيمة ا م

وفى المثلث ط ا م :

زاوية م قائمة ، والضلعان ط م ، ا م معلومان

ينتج من ذلك زاوية ط ا م المطلوبة

(امح) (١) ثم أراد أن يمتحن فعرف(٢) التفاوت الذى يقع للتعديل فى الطول بسبب كون الكوكب فى غاية عرض التلوير (٣) وبين كونه فى سطح البروج على ما جرى (٤) عليه الحساب قبل فعرض (٥) دائرة التدرير كأنها فى سطح البروج حتى تكون زاوية ك ا ط (٦) هى زاوية التعديل فى الطول فى (٧) هذا (٨) الشكل بأن جعل نسب ب ك (٩) إلى ك ط ، ط ا (١٠) تلك النسب وجعل ط ا يقوى عليها فاستخرج زاوية ط ا ل ثم استخرج لذلك (١١) زاوية م ا ل فخرج فى الزهرة أعظم(١٢) من زاوية م ا ل بدقيقتين وفى عطارد أصغر منها (١٣) بدقيقة واحدة (١٤) والوجه فى ذلك أن يطلب (١٥) الزوايا والمقادير فى الخطوط على ما كان يوجبه التعديلات الماضية والسطحان منطبقان ثم يخرج التفاوت وأما حيث يجتمع (١٦) الميلان ويكون الكوكب زحل والمشترى فليكن ا جـ هو الفصل المشترك بين سطح العرض وسطح الحامل وعلى جـ د ائرة التدرير وبهذا يخالف(١٧) هذا (١٨) الشكل نظيره المتقدم إذ التلوير هناك على نقطة ب من فلك البروج لا نقطة جـ من الخارج المركز وليخرج عمود ط ك على هـ جـ وعلى فلك البروج عمودى ط ل ،

---

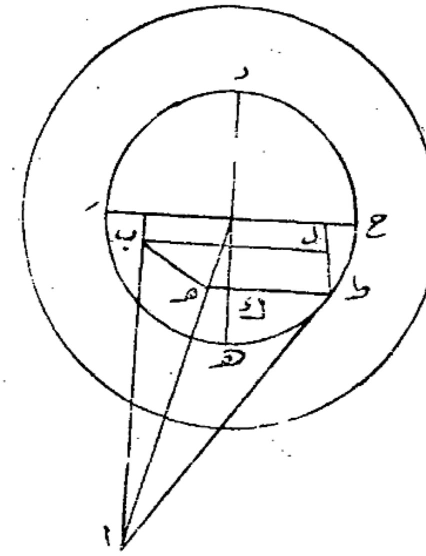
(١) د : يامح
(٢) د : فيعرف
(٣) د : من التلوير
(٤) د : أجرى
(٥) د : ففرض
(٦) د : ط ا ل
(٧) د : غير موجود
(٨) د : فهذا
(٩) ف : ر ك
(١٠) د : ط ك ، ك ا - وفى ف : ك ط ، ب ا
(١١) د : كذلك
(١٢) د : واعظم
(١٣) د : منه
(١٤) د : غير موجود
(١٥) د : تطلب
(١٦) د : مجتمع
(١٧) د : المخالف
(١٨) د : غير موجود

ك ب [1] ومن ك عمود ك م [2] على ا ج و يوصل السطح العرضى [3] إلى ب ونصل ب ل فيكون ك م ب [4] كخط مستقيم لما [5] يظهر من قصر ك م وقرب ك ا ، م ا من المساواة ولا [6] تنحرف نقطة م انحرافا يوقع بين [7] ك ، ب [8] زوالا كبيرا [9] عن النفاد على قرب [10] استقبال طرفى ك ب [11] إلا أن يطول ك م طولا يكثر [12] معه الزوال ولو كان خط ك م قد طال وزال عن سمت الاستقامة بما يعتد به لكان خط ك ب المستقيم قد يعلم مبلغه بالهندسة من معرفة خطى ك م ، م ب اللذين سيعلمان[13] بأنفسهما بمعرفة[14] زاوية ك م ب التى هى مجموع زاويتين سيعلمان بأنفسهما بسرعة لو كان هذا المجموع يحس [15] زاوية وهذا [16] العمل واجب بحيث يخرج الحساب معلوما محسوسا فيحتاج أن لايقتصر فى معرفة ك ب المستقيم على أن يقال هو مجموع ك م ، م ب المعلومين بل يعلم منهما على أنهما معلومان يحيطان بزاوية معلومة يوترها [17] ك ب المستقيم لا على أنها جزآه كيف [18] كان فإن ك ب يكون عمودا على ب ل وعلى ط ك لأن السطح الذى نفذ[19] فيه

---

(1) د : ط ل يجب ك ب
(2) د : ك ب
(3) د : العرض
(4) د : ك ى ب - وفى ف : ك م ن
(5) ف : لا
(6) د : فلا
(7) فى هامش ب : [بين ك ب وبين ك م زوالا]
(8) د : [ك وبين ك م] بدلا من [ك ، ب]
(9) د : كثيرا
(10) د : تقريب
(11) د : ك ر ب
(12) د : يكون
(13) د : ستعلمان
(14) د : معرفة
(15) د : عشر - وفى ب : غير واضح
(16) د : ولهذا
(17) د : ويوترها
(18) د : ثم كيف
(19) د : لفذ

ك ط قائم على سطح البروج وسطح التدوير فيكون ك ب عمودا على خط يتصل به فى السطحين ويكون ب ل ط ك متوازى الأضلاع قائم الزوايا ويعلم ك ح(1) كما علمت ط ك ومثلث ك ح م من زاوية ح التى لعرض التدوير وزاوية م القائمة وضلع ك ح فيصير ك ح ، م ح(2) معلوما وخرج ك م ٢٢ (3) دقيقة(4) وجميع ا ح



شكل (١٧٠)

وهو البعد من رأس الميزان معلوم فبقى (5) ا م معلوما ويصير ا ك معلوما فيكون لا محالة قريبا من ا م (6) فى زحل والمشترى لا يفضل عليه بشىء يعتد به فيعلم مثلث ك م ا وزاوية ك ا م معلومة وزاوية(7) ب ا ج (8) قد علمت وزاوية م قائمة وخط ا م (9) معلوم فيعلم خط ا ب فيكون جميع زاوية ب ا ك معلومة

---

(١) د : ك ح

(٢) ب : غير واضح – وفى د : (ك ح) بدلا من (ك ح ، م ح)

(٣) فى هامش ب : كا لأن جميع

(٤) د : (٥كا) بدلا من (٢٢ دقيقة)

(٥) د : فيبقى

(٦) د : أ م ر

(٧) فى هامش ب : ب ك ر

(٨) ب : غير واضح

(٩) ب : غير واضح

ومثلث ب ا ك معلوم (١) وخط ب ل أعني ط ك معلوم وخط ا ل (٢) معلوم وزاوية ل قائمة لأن ل ب (٣) عمود على كل (٤) خط (٥) في سطح البروج فمثلث ا ب ل معلوم الزوايا والأضلاع فزاوية ب ا ل التي للطول معلومة وإنما كانت زاوية ب ا ل (٦) للطول لأن ب ا ط التي للطول معلومة (٧) وإنما كانت زاوية ب ا ل (٨) للطول لأن ب هو درجة طول الكوكب الوسط و : ا د درجة تقويمه ولأن خط ا ل (٩) معلوم وخط ط ل (١٠) أعني ك ب معلوم و : ل قائمة فزاوية ط ا ل (١١) التي للعرض(١٢) معلومة وقد خرجت (١٣) بالحساب (١٤) للمشتري (ا ح) وبين أيضا التفاوت في الطول الذي يوجبه (١٥) العرض كما يبين(١٦) في عطارد والزهرة فخرج للمشتري قريبا من دقيقة ولم يظهر في المريخ اختلاف (١٧) يعتد به فبهذه (١٨) الأشكال عرف مقادير الميول الجزئية بحسب مقتضى (١٩) الصفوف الثالثة (٢٠) وأما الصفوف الرابعة وهي التي وضعت للانحراف في الكوكبين عند كون المركز من التدوير على أوج الحامل أو حضيضه

---

(١) د : غير موجود
(٢) بين السطرين في ب : ا ر – وفي د : أب
(٣) د : ب
(٤) د : ك ل
(٥) د : و خط
(٦) ف : أ ب ل
(٧) [وإنما كانت زاوية ب ا ل للطول لأن ب ا ط التي للطول معلومة] : غير موجود في د
(٨) د : ا ب ل
(٩) د : ا ن
(١٠) د : ط ا ن
(١١) د : ط ا ن
(١٢) د : للقوس
(١٣) د : خرج
(١٤) د : غير موجود
(١٥) د : يوجب
(١٦) د : بين
(١٧) د : اختلافا
(١٨) د ، ف : فهذه
(١٩) د : غير واضح
(٢٠) ب : الثلاثة – وبين السطرين [الثالثة]

على أن توجد هذه الانحرافات غير مخلوطة بميل الخارج لئلا تكثر (١) الجداول بذلك ويصعب الحساب وخصوصا فى اعتبار المسيرات (٢) الصباحية والمسائية التى كانت تختلف ولا تتساوى ولأن ميل الحامل يختلف(٣) ولا يثبت فلنضع أن مركز التدوير (٤) على البروج وليكن منحرفا وليكن الفصل المشترك بين سطحى البروج والتدوير هو خط ا ب (٥) و : ا مركز(٦) البروج و : ب مركز التدوير الذى قطره جـ ح (٧) وليكن منحرفا بحيث تكون الأعمدة الواقعة على نقط تفرض فى خط (٨) جـ ح على كل نقطة (٩) عمودان (١٠) فى (١١) سطحى البروج والتدوير تحدث زوايا متساوية عند نقط بأعيانها و : ا هـ مماس و : ا ر د كيف اتفق وعلى جـ ح (١٢) من نقط ر ، هـ ، د أعمدة ر ل ، هـ ك ، د ط (١٣) وعلى فلك البروج منها أعمدة ر س ، و ن ، د م (١٤) ونصل ط م ، ك ن ، ل س ، ا س ، ا ن ، ا س م (١٥) ويكون ا س م خطا مستقيما لأنه(١٦) على(١٧) نقط ثلاث تقاطع فى سطحين أحداهما سطح البروج والثانى السطح الذى يمر على نقط ا ، ر ، د وتقاطع البروج على قائمة فإذن عمودا (١٨) د م ، ر س فى ذلك السطح ولا شك

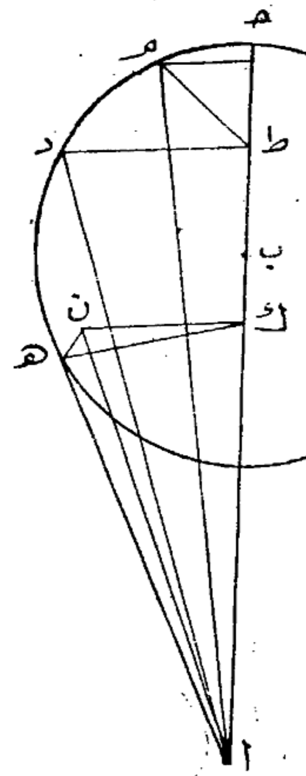
(١) د : يتكثر
(٢) د : مسيرات
(٣) د : مختلف
(٤) د : غير موجود
(٥) ب ، د : ا ب المشترك بين سطحى البروج والتدوير .
(٦) د : [و : ا وكذ] بدلا من [و : ا مركز]
(٧) د : د ح
(٨) د : غير موجود
(٩) (على كل نقطة) : غير موجود فى د
(١٠) د : عمودا
(١١) د : وفى
(١٢) د : غير موجود
(١٣) د : ر ل ، هـ ك — وفى ف : ر ل ، هـ ك ، ـ ط
(١٤) د : ر س ، هـ ن — وفى ف : ر س ، هـ ن ، د م
(١٥) د : ط م ، ك ن ، ا س ، ا ن ، س م — وفى ف : ط م ، ك ن ، ل س ، ا س ، ا ن ، س م
(١٦) د : لأنها
(١٧) د : غير موجود .
(١٨) ب ، د : عمودى

أن نقطة ب فى ذلك (١) السطح ومعلوم أن زاوية العرض لهذه النقطة هى زوايا (٢) رام ، ها ن ، را س (٣) وزاوية الطول هى زوايا (٤) طا م ، ك ا ن ، ر ا ل (٥) فنقول إن زاوية ها ن أعظم الزوايا العرضية فلأن زاوية ها ك أعظم من سائر الزوايا التى تقع عند ا وخط ك هـ (٦) أطول من خط د ط وأما خط ا هـ فأقصر من اىد (٧) فيجب (٨) أن تكون نسبة خط ك هـ إلى ها أعظم من نسبة ط د ، د ا (٩) بل نسبة ل ر ، ر ا (١٠) الشبيهة (١١) بنسبة ط د ، د ا (١٢) لكن نسبة ك هـ إلى هـ ر (١٣) كنسبة ط د إلى (١٤) د م (١٥) وأيضا نسبة ل ر ، رس كنسبة ط د (١٦) د م لأن المثلثات متشابهات لأنها قائمة الزوايا (١٧) التى (١٨) على البروج وعلى كل خط يخرج فى سطحه مثل خطوط ط م ، ك ن ، ل س (١٩) ولأن خطوط م د ، د ط ، س ر ، ر ل (٢٠) كل يوازى نظيره من ن هـ ، هـ ك (٢١) لأنها كلها أعمدة أما د م ، هـ ن ، ر س المتناظرات فعلى سطح البروج وأما د ط ،

---

(١) د : ذ ولك
(٢) د : زاوية
(٣) ف : دام ، هان ، را س
(٤) د : زاوية
(٥) ف : طا م ، ك ا ر ، د ال
(٦) د : ط هـ
(٧) د : ا د
(٨) د : يجب
(٩) د : ط د ، د م
(١٠) د : ا ب ، زا
(١١) ف : الشبيه
(١٢) د : [ط د] بدلا من [ط د ، د ا]
(١٣) ف : هـ د
(١٤) د : غير موجود
(١٥) ب : غير واضح .
(١٦) [كنسبة ط د] : فى هامش ب ، وغير موجود فى ف
(١٧) (لأن المثلثات متشابهات لأنها قائمة الزوايا) : غير موجود فى د
(١٨) د : وأيضاً التى
(١٩) د : م ط ، ب ك ، ب س – وفى ف : ط م ، ب ك ، ل س
(٢٠) د : ب د ، ط س ، ب ط ، ر ل .
(٢١) د : ر هـ ، هـ ل

ه‌ك ، ر‌ل المتناظرات (١) فعلى خط ج ح (٢) فإذا كانت نسبة ن ه ، ه ك (٣) مثل نسبة م د ، د ط (٤) ونسبة (٥) ك ه ، ه أ أعظم من نسبة م د ، د ا (٦) كانت (٧) لا محالة نسبة ن ه ، ه ا أعظم من نسبة م د ، د ا (٨) ومن نسبة س ر ، ر ا (٩) وزوايا م ، ن ، س قوائم يبقى زاوية ه ا ر أعظم من كل واحدة من زاويتى ر أ س ، د ا م (١٠) وكذلك من(١١) جميع الزوايا الواقعة على هذه الصفة ومعلوم



شكل (١٧١)

---

(١) (فعلى سطح البروج وأما د ط ، ه ك ، ر ل المتناظرات) : فى هامش ف .
(٢) د : م ح (٣) د : ب ه ، ه ك
(٤) د : م د ، ب ط – وفى ف : م د ، ح ط
(٥) فى هامش ب : سيد ل د ونسبة
(٦) ب : غير واضح وفى الهامش [ومن نسبة ل ر ، ر ا]
(٧) د : كان
(٨) (كانت لا محالة نسبة ن ه ، ه ا أعظم من نسبة م د ، د ا) : غير موجود فى ف
(٩) د : ا ر ، ر ا
(١٠) د : ر ا ى ، د ا م
(١١) د : عن

أيضا أن الزيادات [1] والنقصانات الواقعة [2] فى الطول تسبب [3] الانحراف أكثرها ما كان عنده ثم مايليه لأن تلك الزيادات والنقصانات تشتمل عليها الزاويا التى توترالتفاضل بين خطوط ط د ،ك ه، ل ر[4] وبين خطوط ل س ، ك ن ، ط م التى للطول ولما كانت نسبة ك ه إلى فضله [5] على ك ن كنسبة ط د إلى فضلة على ط م وكنسبة [6] ل ر[7] إلى[8] فضلة على ل س وكانت نسبة ك ه إلى ه أ[9] أعظم فإذن نسبة فضل ه ك على لئن إلى ه ا أعظم من نسبة فضل نظيره [10] على نظيره [11] إلى د ا ، ر ا [12]وكذلك فى سائر النظائر التى بالقوة وبين أيضا أن نسبة أعظم الزيادة والنقصان فى الطول إلى أعظم المسير فى العرض كنسبة الزيادات والنقصانات فى الطول إلى المسيرات فى العرض فى النقط الأخرى فإن نسبة ك ه ، ه ر[13] كنسبة ل ر ، ر س و : ط د ، د م ونظائرها ثم أراد أن يبين كيفية السبيل إلى استخراج مقدار الزاوية الانحرافية عند مركز التدوير بعد أن يكون عرض الكركب معلوما فليكن أ ب ح د [14] كما كان و : ا د المماس و : در [15] عمود منه على قطر التدوير و : دح على البروج ونصل ر ح ، ب د ، ح ا ونريد أن نعلم مقدار زاوية [16] د ر ح من علمنا بزاوية [17] د ا ح أعنى الزاوية العرضية [18] وهى معلومة فى كل واحد

---

(١) د : لزيادات
(٢) فى هامش ب : على هذه الصفة — وفى د : الواقعة على هذه الصفة .
(٣) ف : غير واضح
(٤) ب : غير واضح — وفى د : ل ر ، ط د ، ك ه ، ر
(٥) د : فضلته (٦) د : غير موجود
(٧) د : [و : ل ر]
(٨) ب : على
(٩) ف : م ا
(١٠) د : نظرته
(١١) د : نظرته .
(١٢) د : د ا ، ل ا
(١٣) د : ك ه ، ه ن
(١٤) ف : ا ب ح
(١٥) د : [و : د ا]
(١٦) (مقدار زاوية) : غير موجود فى د
(١٧) د : زاوية
(١٨) د : غير موجود

من انحرافات الزهرة وعطارد بالرصد . قال فلأن نسبة البعد الأقرب و الأبعد و الأوسط إلى ب د معلوم في الكوكبين والحساب هاهنا [1] على البعد الأوسط [2] وقد فرضت [3] زاوية العرض وسطا [4] بين التي رصدت [5] في الأوج ورصدت [6] في الحضيض وعلى قريب من النصف من ا ب [7] فيصير خط د ا معلوما لأن ا ب ، ب د [8] معلومان ولأن مثلث ب د ا القائم الزاوية وأخرج فيه من د عمود على ب أ [9] فتشابهت [10] المثلثات فنسبة ب ل [11] إلى ا د كنسبة ب د إلى د ر فـ : د ر معلوم ولأن زاويتي ا ، ح القائمة وضلع [12] أ د من مثلث ا د ح معلومات [13] فهو معلوم ف : د ح معلوم و : ر د معلوم وزاوية ح [14] قائمة فزاوية ر د ح معلومة وقد خرجت [15] بالحساب [16] في الزهرة ثلاثة أجزاء ونصفا [17] من أربع قوائم ما يكون كل قائمة تسعين [18] وفي عطارد سبعة أجزاء ولأن [19] د ح [20] عمود على سطح البروج فهو عمود على أ ح و : ا د ، د ح معلومان ف : أ ح معلوم

---

(١) ف : منها

(٢) (إلى ب د معلوم في الكوكبين والحساب منها على البعد الأوسط) : في هامش ف

(٣) د : فرض

(٤) د : وسطى

(٥) د : رصد

(٦) د : رصد

(٧) (من ا ب) : غير موجود في د

(٨) د : ا ب ، ي د

(٩) د : ا

(١٠) د : فتشابهته

(١١) ب : غير واضح — وفي د : ب ا

(١٢) ف : وطلع

(١٣) د : معلوم

(١٤) ب : ـه

(١٥) د : خرج

(١٦) د : غير موجود

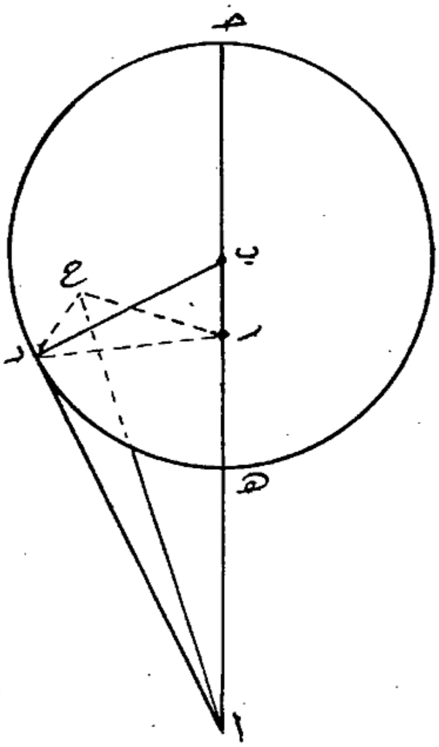
(١٧) د : ونصف .

(١٨) د : تسعون

(١٩) ف : فلأن

(٢٠) د : دـه

فيعلم أيضا مثلث ر أ ح وزاوية ر أ ح (١) (مه نح) (٢) من أربع قوائم فى الزهرة وفى عطارد (ك مط) (٣) من أربع قوائم وكذلك مثلث ر أ د وزاوية (٤)



شكل (١٧٢)

ر أ د (مه نط) (٥) من أربع قو ائم للزهرة وفى عطارد (ك نه)(٦) إلا أن(٧) زاوية ر أ ح زاوية الطول عند الانحراف و : ر ا د زاوية الطول لولم يكن انحراف فالتفاضل معلوم ووجد فى الزهرة دقيقة واحدة وفى عطارد ست دقائق ولما نظر فى مثل هذا الشكل بعينه ووضع مقدار الانحراف على ما وجد فرجع بالعكس

(١) د : غير موجود
(٢) د ، ف : مه مح
(٣) د : ر ك م ط – وفى ف : ك م ط
(٤) ف : ومثلث
(٥) د ، ف : مه يط
(٦) د ، ف : ك يه
(٧) د : [لأن] بدلا من [إلا أن]

فوجد الزوايا التى عند البصر موافقة لما رصد فى كوكبى الزهرة[١] وعطارد وعند أوج الخارج وحضيضه وأما كيف يعلم ذلك فإنه لما كانت[٢] نسبة ا ب ، ب د معلومة ف : أ د معلوم لكن نسبة ب أ ، أ د كنسبة ب د ، د ر ف : د ر معلوم ولأن زاوية الانحراف معلومة وضعت و : ح قائمة و : را معلوم فمثلث أ رح معلوم ولأن زاوية ح قائمة وزاوية د معلومة و : د ح[٣] معلوم[٤] فمثلث د ر ح معلوم ويعلم عن قريب مثلث ح ا د[٥] القائم الزاوية ح ويعلم[٦] زاوية د ا ح العرضية وخرج فى الكوكبين وفى البعدين المتقابلين فوجد أقل عن[٧] الحضيض وأكثر عند الأوج عما وجد بالوسط بالرصد[٨] بما لا يحس فى الزهرة وفى عطارد ووجد فى البعد الأصغر أزيد من الوسط بست عشرة[٩] دقيقة وفى الأعظم أنقص منه بثلاث عشرة دقيقة فوضع التفاوت بالتقريب بربع درجة وقد[١٠] تبين أن نسبة عدد التعاديل العظمى فى العرض إلى المسيرات العظمى فى العرض كنسبة التعاديل الجزئية فى الطول وسائر أقسام التدوير إلى المسيرات الجزئية فى العرض فأثبت من ذلك بسهولة ما يحتاج إليه فى الصفوف الرابعة التى للزهرة[١١] وعطارد فى مسير العرض الانحرافى لكنها إنما تثبت فيها ما يجب من قبل الانحراف الذى بحسب الوسط وأما[١٢] الفضل الذى يكون من قبل فلكيها[١٣] الخارجى[١٤] المركز وأيضا من قبل التفاوت الذى يكون عند البعدين المتقاطرين لعطارد الذى ذكرناه فإن ذلك يمكن أن يصحح باعتبار التعديل المأخوذ

---

(١) د : زهرة
(٢) د : كان
(٣) ف : [و : د]
(٤) د : [و : رح معلوم و : د معلوم] بدلا من [وزاوية د معلومة و : دح معلوم]
(٥) د : ح ا ذ
(٦) د : فيعلم
(٧) د : عند
(٨) د : غير موجود
(٩) د : غير موجود
(١٠) د : فقد
(١١) د : لزهرة
(١٢) د : فأما
(١٣) د : فكلها
(١٤) ب : الخارج

من التفاوت فإنه إذا عرف أعظم التعديل في الطول لكوكب عطارد والزهرة وكان العرض الانحرافى غايته(١) جزءان وثلثان(٢) وكانت التعاديل الجزئية التى هى أقل من تمام التعديل معلومة (٣) فى الطول ونسبته إلى التعديل كله معلومة فيأخذ فى الموضع الذى يريد أن يحسب (٤) له ما نسبته إلى جزئين وثلثين نسبة للتعديل الخاص بذلك الجزء (٥) من الاختلاف فى ذلك الموضع الذى فيه (٦) المركز إلى أعظم التعديل مثل ذلك الجزء من الجزئين والثلثين (٧) فما حصل يثبت فى الصف الرابع بإزاء ذلك العدد وأما الصفوف الخوامس فهى للتعديل العرضى الكائن بحركة مركز التدوير فى الحامل وقد كنا علمنا أن ما يحدث من ميول أفلاك التداوير التواء وانحرافا وعوداتها فى الدوائر الصغار المذكورة تكون (٨) على قياس العودات إلى الفلك الخارج المركز وكانت (٩) مقادير هذه الميول والانحرافات قريبة مما للقمر فى ميله ليس بينهما تفاوت يعتد به وكانت الزوالات الجزئية التى نحن فى طلبها قريبة وكان حساب ذلك فى باب القمر مما قد فرغ منه فلينقل (١٠) إلى ما هاهنا لكنا (١١) نضربها فى اثنى عشر لأنها نسبت هناك إلى خمسة وهاهنا إلى ستين .

فصل

فى حساب تباعد الكواكب الخمسة فى العرض(١٢)

فمتى أردنا أن نحسب حساب العرض أما فى زحل والمشترى والمريخ فإنا ندخل الطول المعدل فى الجدول الذى للكوكب الموضوع للعدد أما للمريخ فيأخذ بحاله وأما

---

(١) ف : عامة
(٢) د : وثلاثون — وفى هامش ب : وثلاثون دقيقة
(٣) د : معلوما (٤) د : يحد
(٥) د : الجز الجز
(٦) د : منه
(٧) ب : وثلثى — وبين السطرين [وثلثين] — وفى د : و
(٨) د : يكون
(٩) د : فكانت
(١٠) د : فينقل
(١١) د : لكننا
(١٢) [فصل فى حساب تباعد الكواكب الخمسة فى العرض] : غير موجود فى د

للمشترى فينقص (١) منه عشرين جزءا وأما لزحل فيزيد عليه خمسين بسبب ما بين الأوج والحد الذى منه حساب العرض فيأخذ(٢) دقائق الصف الخامس ثم نأخذ الاختلاف المعدل فندخله فى سطور العدد ثم ننظر فإن كان الطول المعدل وقع فى السطور الخمسة عشر الأولى أخذنا ما بإزائها من الثالث وإلا من الرابع وضربناه (٣) فى الدقائق التى أثبتناها من الرابع (٤) فما اجتمع فهو عرض الكوكب وإن (٥) أخذت من الثالث فهو شمالى وأن أخذت من الرابع فهو جنوبى وأما فى الزهرة وعطارد فيدخل عدد(٦) الاختلاف المعدل فى سطور العدد ويأخذ (٧) مابإزائه من الثالث ومن الرابع فى الزهرة ونثبتها مفردين وأما فى عطارد فنأخذ الثالث على وجهه وننظر فى الرابع فإن كان الطول المعدل فى الخمسة عشر الأول(٨) وهى(٩) أقسام الصف الأول إلى تسعين متزايدة(١٠) بستة ستة (١١) لا بثلاثة ثلاثة(١٢) فإن ذلك بعدها نقصا (١٣) مما فى الرابع عشر من الأجزاء المأخوذة وإن كان بعدها زدنا عليه عشر ذلك نطلب الحد ونثبته ثم نزيد على الطول المعدل للزهرة تسعين أبدا ولعطارد مائتين(١٤) وسبعين(١٥) فإن زدنا (١٦) على دورة أسقطناها وأخذنا الباقى فما حصل أدخلناه سطور(١٧) العدد ونظرنا إلى ما بإزائه من دقائق الخامس وأخذنا (١٨) بمقداره من الثالث فما حصل فهو العرض

---

(١) د : غير موجود
(٢) د : فنأخذ
(٣) د : وضربنا
(٤) [من الرابع] : غير موجود فى د
(٥) د : فإن
(٦) د : عند
(٧) د : ونأخذ
(٨) ب : الأولى – وفى د : الأولى
(٩) د : فهى
(١٠) د : فزايده
(١١) د : غير موجود
(١٢) د : غير موجود
(١٣) د : نقصناه
(١٤) د : مائتى
(١٥) د : و سبعين جزءاً
(١٦) د : زاد
(١٧) د : فى سطور
(١٨) د : فأخذنا

فإن كان الطول المعدل مع الزيادة واقعا فى السطور الخمسة عشر الأولى نظرنا فإن كان عدد الاختلاف المعدل فى تلك الخمسة عشر فالعرض جنوبى وإلا شمالى وإن لم يقع الطول المعدل مع الزيادة (١) فى تلك (٢) الخمسة عشر (٣) من تلك (٤) السطور الأولى (٥) نظرنا فى عدد الاختلاف المعدل فإن كان فى الخمسة عشر (٦) الأولى ففى الشمال وإلا ففى (٧) الجنوب ثم يعود (٨) مرة أخرى إلى الطول المعدل فيأخذ (٩) فى الزهرة كما هو وفى عطارد مزيدا عليه (قف) (١٠) جزءا ويدخله (١١) فى (١٢) سطور العدد وينظر (١٣) إلى ما بإزائه من دقائق الصف الخامس وأنه كما يكون من ستين فنأخذ (١٤) بذلك المقدار من الرابع المعدل الذى أثبتناه (١٥) للعرض (١٦) ثم إن كان الطول الذى أدخل أيضا فى الخمسة عشر الأولى نظرنا إلى عدد الاختلاف المعدل فإن كان دون (١٧) (قف) (١٨) كان شماليا وإلا (١٩) جنوبيا وإن كان الطول ليس يقع فى تلك كان الأمر بالعكس فكان إن كان الاختلاف المعدل دون (قف) (٢٠) فالعرض جنوبى وإلا فهو شمالى ثم تأخذ (٢١) هذه دقائق التى وجدت لإدخالنا الطول

---

(١) [المعدل مع الزيادة] : غير موجود فى د
(٢) د : غير موجود
(٣) د : الخمسة عشر الأولى
(٤) [من تلك] : غير موجود فى ب
(٥) [من تلك السطور الأولى] : غير موجود فى د
(٦) د : الخمس عشرة
(٧) د : فى
(٨) د : نعود
(٩) د : فنأخذ
(١٠) د : مائة وثمانين
(١١) د : وندخله
(١٢) ب : بين السطرين — وفى د ، ف : غير موجود
(١٣) ب ، د : ونظرنا
(١٤) ب ، د : فأخذنا
(١٥) فى هامش ب : فأثبتناه
(١٦) د : فأثبتناه العرض — وفى ف : العرض
(١٧) د : دور
(١٨) د : مائة وثمانين
(١٩) د : وإلا كان
(٢٠) د : مائة وثمانين
(٢١) د : نأخذ

هذه الكرة الأخيرة فنأخذمنها مانسبته إليها نسبة الدقائق نفسها إلى ستين فيحصل أما فى الزهرة فنأخذ سدسه (١) ونضعه للشمالى وأما فى عطارد فنأخذ نصفه وربعه ونصفه للجنوبى فتفق (٢) من هذه الحسابات الثلاثة ونقصان بعضها من (٣) بعض وزيادة بعضها على بعض بحسب ما يجب من اتفاق الجهات واختلافها على عرض الكوكب من فلك البروج .

فصل

فى ظهور الكواكب الخمسة واختفائها(٤)

ولما فرغ من بيان أمر عروض الكواكب شرع فى إبانة الحال فى (٥) ظهور الخمسة واختفائها وقد يختلف ذلك فيها وفى الثابتة لأسباب ثلاثة أحدها لاختلاف أعظامها والثانى (٦) لاختلاف ميل (٧) فلك البروج على (٨) أفق أفق وثالثها (٩) من قبل اختلاف عروضها فليكن جـ د (١٠) قطعة من فلك البروج و : ا ب من الأفق وليتقاطعا (١١) على هـ وليكن ر ب د من دائرة الارتفاع وليكن د موضع الشمس الذى إذا كان عليه ظهر الكوكب أما زحل والمشترى والمريخ فصباحيا (١٢) إذا سبقتها (١٣) الشمس وأما الزهرة وعطارد فمسائيا (١٤) أيضا إذ تسبق الشمس فإن

---

(١) د : ونصفه

(٢) د : فنفق

(٣) د : عن

(٤) [فصل فى ظهور الكواكب الخمسة واختفائها] : غير موجود فى د

(٥) د : من

(٦) د : والثانية

(٧) د : غير موجود

(٨) ب : عن

(٩) د : والثالثة

(١٠) د : د هـ

(١١) ف : ولنقاطعا

(١٢) د : فصباحا

(١٣) ف : سبقها

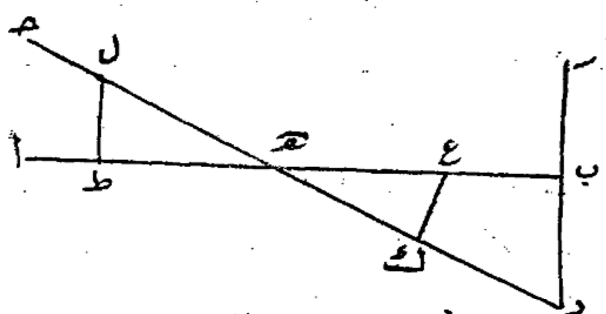
(١٤) د : فمساء

كان الكوكب على نفس البروج فليوضع أنه يطلع على التقاطع لا محالة فليكن ذلك التقاطع مثل ه وإن كان مائلا طلع إما شماليا عند ح مثلا (١) وإما جنوبيا عند ط ولنخرج ح ك وكذلك (٢) ط ل عمودين على ج د (٣) فيكون قوس ب د قوس بعد الشمس عن الأفق وقوس ه د قوس بعد الكوكب عن الشمس فى البروج (٤) ومعلوم أنه كلما كان الكوكب أنور وأعظم (٥) كن ب د ، ه د أقصر وأنه قد (٦) يكون ب د (٧) بحاله لكن يختلف ه د بحسب اختلاف ميل (٨) أجزاء فلك البروج فيكون أقصر مرة وأطول أخرى وأنه كلما زاد الميل صغرت زاوية ب ه د فطال (٩) خط ه د وكلما نقص كبرت الزاوية فقصر خط ه د وأنه قد يكون الميل واحدا بعينه إلا أن الكوكب لايكون على فلك البروج فيطلع على ه بل ربما طلع وهو على (١٠) سمت (١١) ح فكان بعده فى الطول دك (١٢) أو على (١٣) سمت ط (١٤) فكان بعده فى الطول ه ل ولابد فى (١٥) استخراج جزئيات (١٦) هذا العرض من أن نفرض مقادير قسى الانحطاط للشمس على الأفق وهى (١٧) قسى ب د لكوكب كوكب بحسب أرصاد صيفية ليكون الهواء أرق (١٨) وسرطانية

---

(١) د : ميلا
(٢) ف : ولذلك
(٣) د : ـه د ، ا ب
(٤) د : البرج
(٥) د : أعظم وأنور
(٦) ب : فلا
(٧) ف : غير موجود
(٨) د : غير موجود
(٩) ف : وطال
(١٠) ب : بين السطرين – وفى ف : غير موجود
(١١) د : سمب
(١٢) د : له – وفى ف : ه ط
(١٣) د : [أو ط على] بدلا من [أو على]
(١٤) د : غير موجود
(١٥) د : مكرر
(١٦) ف : جزؤيات
(١٧) ب : وهو
(١٨) د : غير واضح

ليكون ميل البروج على الأفق معتدلا نوجد (١) كوكب زحل في رأس السرطان يظهر عن بعد من حقيقة مكان الشمس مبلغه (يد) جزءا (٢) وللمشترى (يب)



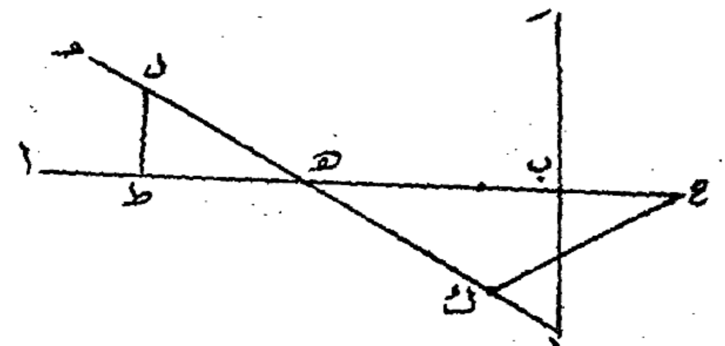
شكل (١٧٣)

جزءا (مه) دقيقة (٣) وللمريخ (يد) جزءا ونصف (٤) والزهرة تظهر عشاء والبعد ﻫ ا جزءا وثلثان (٥) وعطارد (يا) جزءا ونصف (٦) فلنعد الشكل ونأخذ خطوطا مستقيمة مكان القسى إذ لا كثير فرق بين الأوتار والقسى في هذا الحساب عند الحس وليكن نقطة ﻫ رأس السرطان والظهور (٧) الصباحى في الثلاثة والمسائى للزهرة وعطارد وليكن الإقليم حيث أطول نهاره (يد) ساعة وربع استوائية إذ أكثر الأرصاد القديمة والحديثة إنما اتفقت في هذا الإقليم وتكون زاوية ب ﻫ د معلومة ∴ ﻫ د معلوم (٨) وزاوية ب الشمسية قائمة فيعلم ب د إما نزحل (٩) والمشترى فلا يكون لهما (١٠) في رأس السرطان ميل عن البروج فيكونان (١١) بقرب نقطة ﻫ وأما المريخ فيكون له عرض خمس جزء فيكون مثلا سمته على ح ودرجته ك فيعلم مثلث ح ك ﻫ بسهولة و ∴ د ك وهو

---

(١) د : فوجد
(٢) د : غير موجود
(٣) د : (يب مه) بدلا من [(يب) جزءا ، (مه) دقيقة]
(٤) د : [يد ك] بدلا من [(يد) جزءاً ونصف]
(٥) د : [ﻫ م] بدلا من [ﻫ ا جزءاً وثلثان]
(٦) د : [يا ك] بدلا من [(يا) جزءاً ونصف]
(٧) د : والظهور
(٨) د : معلومة
(٩) د : زحل
(١٠) د : له
(١١) د : فيكون

بعد المريخ عن الشمس عن هذه الرؤية . معلوم(١) بالرصد وجميع د ه(٢) معلوم فيعلم خط ب د فيخرج فى زحل (يا) جزءا(٣) وفى المشترى (ى) أجزاء(٤) وفى المريخ (يا) جزءا ونصف(٥) وأما فى الزهرة وعطارد فلأن قوس رؤيتهما من الشمس معلوم وموضع الشمس معلوم(٦) بالحقيقة فيعلم بالوسط فيكون هو وسطهما فى الطول وإذا كان الوسط معلوما عرف اختلافهما وإذا عرف ذلك(٧) عرف موضعهما فى فلك التدوير وإذا عرف موضعهما فى فلك التدوير عرف مقدار ميلهما وانحرافهما



شكل (١٧٤)

نعرف عرضهما من فلك البروج وإذا عرف ذلك عرف سائر الأشياء على ما قبل وعرف د ب وهو مقدار التعديل الكلى ويخرج د ب فى الزهرة خمسة أجزاء وفى عطارد عشرة أجزاء .

فصل

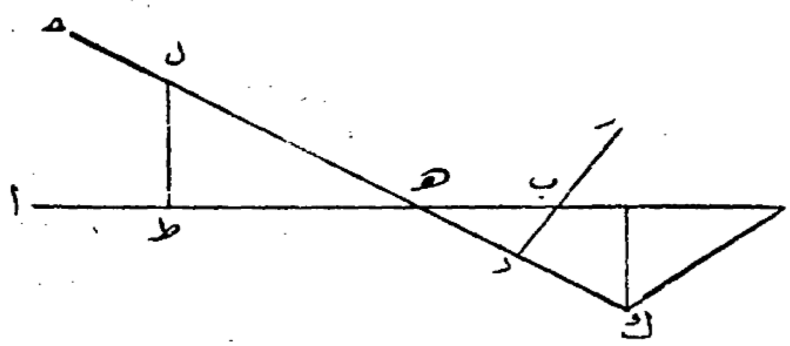
فى أن ما يرى من خواص ظهور الزهرة وعطارد واختفائها موافق للأصول التى وضعت لهما (٨)

قال والأمر الذى يظهر بين اختفاء الزهرة مساء وظهورها صباحا إذا كانت فى أول الحوت فى(٩) مدة يومين واختلاف(١٠) عطارد فى الظهور المسائى فى مبادئ

---

(١) د : معلومه (٢) د : م ر
(٣) د : غير موجود (٤) د : غير موجود
(٥) د : [ياك] بدلا من [(يا) جزءاً ونصف]
(٦) د : يكون معلوماً (٧) د : اختلافهما
(٨) [فصل فى أن ما يرى من خواص ظهور الزهرة وعطارد واختفائها موافق للأصول التى وضعت لهما] : غير موجود فى د
(٩) ف : غير موجود (١٠) فى هامش ب : اخلال — وفى د : واحلال

العقرب ربالظهور الصباحي فى مبادئ الثور فهو موافق للأصول التي فرضناها . ولنبدأ بالزهرة ولتكن [1] نقطة د مبدأ الحوت ولتقع ح أبعد من ب و : ح ك مقاطعا لخط جـ د لأن حساب الزهرة يوجب ذلك فى المسائى وزاوية ح هـ د فى كل إقليم معلومة و : د ب معلوم وهو البعد[2] الكلى ونسبة أضلاع ب د هـ معلومة وقوس[3] ك ح وهو عرض الكوكب معلوم فى هذا الجزء من البروج يصير مثلث ح ك هـ معلوما و : ك هـ معلوم يصير[4] ك د معلوما [5] وهو قوس بعد الكوكب عن الشمس وخرج بالحساب ثلاثة أجزاء و : لح دقيقة [6] . وأما فى الطلوع الصباحي فيكون شمالية فليكن ح ك غير مقاطع لأن الحساب يوجب ذلك فلأن ح ك معلوم ونسب ح ك ، ك هـ ، هـ ح معلومة لأجل أن زاوية هـ معلومة وهناك قائمة وكذلك نسب ب د ، د هـ ، هـ ب يبقى د ك معلوما وخرج بالحساب



شكل (١٧٥)

(حـ كد)[7] دقيقة[8] ولأن [9] حركة الكوكب[10] فيما بين الخفاء والظهور فى هذه المدة أقل من حركة الشمس بما تميز [11] به الوسطى من الرجوع بل هى أقل

---

(١) د : اتكن
(٢) د : لبعد
(٣) ف : فقوس
(٤) د : فيصير
(٥) د : معلوم
(٦) د : [حـ لح] بدلا من [ثلاثة أجزاء و : لح دقيقة]
(٧) ف : ٥ كد
(٨) د : [٥ كد] بدلا من [(حـ كد) دقيقة]
(٩) د : ولأن — وفى ف : ولا
(١٠) ف : لكوكب
(١١) د : غير واضح — وفى ف : منى

من وسط نفسها الذى هو وسط الشمس بثلاثة أجزاء وأربع عشرة دقيقة والكوكب يسار به (1) فى هذا الوقت فى حصة هذه (2) الاجزاء من المعدل إلى المغرب قدما (3) إذ (4) كان عند الحضيض من التدوير بحسب كما يوقف عليه من الجداول ما يكون جزءا واحدا وربع جزء و الكوكب يقطعه فى قريب من يومين فقد وجد موافقا ثم بين(5) هذه المطابقة فى مبدأ السنبلة فتكون الزهرة فيها جنوبية وتقع إلى ل ط دون ح ك فمن معرفة د ب الذى هو البعد الكلى و : ل ط (6) الذى هو العرض المعلوم ومساويا للذى عند أول الحوت (7) يعلم سائر الأشياء فخرج(8) جميع د ل بالحساب « يح » (9) جزءا ودقيقتين(10) والرجوع الذى بصيب هذا القدر هو سبعة أجزاء ونصف(11) وهذا للمسانى والصباحى(12) قد يخرج ٦ أجزاء و : (لح) دقيقة(13) ويصيبه من التقدم أى الرجوع جزءان(14) ونصف وذلك كله قريب من عشرة أجزاء ويقطعه فى قريب من ستة عشر يوما فقد خرج مطابقا وقد بين مثل ذلك فى شكلين لعطارد ونقطة ه فى أول العقرب فخرج خط د ل (كب) جزءا (15) لكن البعد الأعظم لعطارد فى مثل هذا الموضع لا يزيد على (ك) جزءا و (يح) دقيقة(16) فيجب

---

(1) د : (يساويه) بدلا من [يسار به]
(2) د : هذا
(3) د : قداما
(4) د : إذا
(5) د : يبين
(6) د : (و : ى ط و : و ى ط)
(7) د : غير موجود
(8) د : فيخرج
(9) فى هامش ب : ى ب - وفى ف : لح
(10) د : [ب] بدلا من [(يح) جزءا ودقيقتين]
(11) د : [ر ل] بدلا من [سبعة أجزاء ونصف]
(12) د : والصباحى
(13) د : (ولح) بدلا من [٦ أجزاء ، (لح) دقيقة]
(14) د : جزءين
(15) د : [هو كب] بدلا من [(كب) جزءا]
(16) د : [ك لح] بدلا من [(ك) جزءا ، (يح) دقيقة]

ضرورة أن نحل (١) ثم نجعل (٢) نقطة د (٣) أول الثور فخرج د ل (كب يو) (٤) وأعظم بعد عطارد هاهنا (كب) جزءا و (يح) دقيقة (٥) فلذلك يجب أن يحل (٦) فلا يظهر .

فصل

فى المسلك إلى معرفة الأبعاد الجزئية

عن الشمس عند ظهورات هذه الكواكب واختفائها (٧)

وأما السبيل إلى إبانة أمور الظهورات والاستتارات بحسب درجة فلأنه لما كان ب ر مفروضا فى كل كوكب (٨) وكان (٩) مبادىء الظروف (١٠) البروج على ه معلوما (١١) تكون الزوايا معلومة ويصير د ه معلوما و : ك ح معطى فى كل درجة وهو العرض و : ط ل يصير قوسى (١٢) ك د (١٣) ، ه ل معطى (١٤) ويصير قوس د ل معطى (١٥) فحسب على هذه السبيل وفرض جداول خمسة لكل كوكب جدول فوضع الثلاثة الأولى للكواكب العلوية فى الجدول الأول مبادىء البروج وفى الثانى أبعاد الطلوعات (١٦) الصباحية وفى الثالث أبعاد الغروبات المسائية وأما الزهرة وعطارد

---

(١) ب : غير واضح — وفى د : يخل

(٢) د : جعل

(٣) ف : ه

(٤) د : كب لو

(٥) د : (يح) بدلا من [(كب) جزءا ، (يح) دقيقة]

(٦) ب : غير واضح

(٧) (فصل فى المسلك إلى معرفة الأبعاد الجزئية عن الشمس عند ظهورات هذه الكواكب واختفائها) : غير موجود فى د

(٨) هنا أيضا خلط فى مخطوط ف

(٩) ف : فكان

(١٠) د : غير موجود

(١١) د : معلومة

(١٢) ب : غير واضح

(١٣) ب : غير واضح — وفى د : ك ر

(١٤) د : معطا

(١٥) د : معطا

(١٦) د : لطلوعات

فجعل لها خمسة صفوف فى الأول مبادىء البروج وفى الثانى أبعاد الطلوعات (١) المسائية (٢) وفى الثالث أبعاد الغروبات (٣) المسائية (٤) وفى الرابع أبعاد الطلوع الصباحى وفى الخامس أبعاد الغروب (٥) الصباحى (٦) فهذا آخر ما اختصرناه(٧) من كتاب المجسطى وهناك تم الكتاب

والحمد لله رب العالمين وصلواته على سيدنا محمد
وآله الطيبين الطاهرين (٨)

---

(١) د : الطلوع
(٢) د : المسائى
(٣) د : الغروب
(٤) د : المسائى
(٥) د : الغروبات
(٦) د : الصباحية
(٧) ب : ما اختصرنا — وفى د : ما اختصر
(٨) ب : [والحمد لله وحده وصلى الله على سيدنا محمد وآله الطاهرين] — وفى د : (وهو آخر الكتاب تمت المقالة الأخيرة من كتاب المجسطى بحمد الله وحسن توفيقه)

إبتداء المقالة المضافة
إلى ما اختصر من كتاب المجسطي
مما ليس يدل عليه المجسطي

ابتداء[1] المقالة[2] المضافة

إلى ما اختصر من كتاب المجسطي مما ليس يدل عليه المجسطي

قال الشيخ الرئيس[3] إنه يلزمنا أن نطابق بين المذكور فى المجسطي وبين المعقول من العلم الطبيعي ونعرف كيفية وقوع هذه الحركات وأن نورد من الفوائد ماأدرك بعد المجسطي لكنا نطابق بذلك وضع المجسطي فأول ذلك أن نعرف كيفية إمكان دور كرة فى حشو كرة دورها الخاص مع اتباعها الكرة[4] المحيطة بها فى الحركة فنقول أما إذا كان محوراهما[5] واحدا فمن المستحيل أن تدور الكرة الداخلة دورها وتدور أيضا بالعرض مع الكرة المحيطة بها دورة ترى مخالفة للدورة نفسها فى الجهة بل إنما تمكن ذلك بأن يكون المحوران متخالفين إما متقاطعين على المركز وإما غير متقاطعين ويكون طرفا المحور من الداخل وهما القطبان يلزمان نقطتين من الكرة الخارجة لزوما لا يفارقانها[6] فتكون الكرة الداخلة تتحرك على محورها لكن يعرض[7] لقطبيها[8] الحركة اتباعا لحركة النقطتين[9] اللتين[10] يلزمانها فيدور القطبان مع تلك النقطتين حول قطب الكرة الخارجة[11] فيعرض للقطبين أن يطلعا على الأفق وأن يغربا عنه فيعرض أن ترى الكرة الجوفية[12] وقد زالت مع القطبين إلى جهة حركة ما[13] يشملها[14]

(١) د : غير موجود
(٢) د : المقالة الأخيرة
(٣) [قال الشيخ الرئيس] : غير موجود فى د
(٤) د : للكره
(٥) د : محور كل هما
(٦) د : لايفارقانه
(٧) د : يفرض
(٨) د : لقطبها
(٩) د : النقطة
(١٠) د : التى
(١١) د : الخارجية
(١٢) د : المجوفة
(١٣) د : مما
(١٤) د : يسهلها

وأما إن كان المحور غير مقاطع فذلك أظهر كما يعرض أن يكون رحا صغيرة أو كرة (١) صغيرة مضمونة فى رحا كبيرة أو كرة كبيرة (٢) ومودعة فيها (٣) فى جهة ومركزها مخالف فتدور على نفسها وتدور (٤) أيضا بالعرض حول مركز المحيطة (٥) فهكذا ينبغى أن يتصور حال الكرة التى (٦) للبروج عند الكرة التى للكل لكنه قد وجد الميل الذى لهذه الكرة فى زمان المأمون (٧) أقل مما وجده بطليموس ووجدت حركات الثوابت أسرع أما مبلغ الميل فوجد (كحـ له) (٨) وكان ما وجده بطليموس (كجـ نا) (٩) ثم وجد بعد رصد المأمون (١٠) وقد تناقص دقيقة ورصدناه نحن (١١) بعد ذلك (١٢) فوجدناه (١٣) أنقص أيضا بقريب من نصف دقيقة بعد نقصان دقيقة فنسبته (١٤) أن يكون ذلك لخلل فى آلة بطليموس وخصوصا التفاوت الذى بعد ذلك فلأن (١٥) الآلات تخل إخلالا كثيرا ونسبته (١٦) ألا يكون (١٧) أبرخس قد احتاط فى أمر الثوابت فإن لم يكن كذلك فنسبته (١٨) أن يكون ما قاله بعضهم حقا وهو أن من شأن كرة الثوابت التى لها الميل أن يقل ميلها وأن يكثر فيعرض من ذلك اختلاف الميل وظهور سرعة حركة الثوابت (١٩) بعد بطء (٢٠) وهذا إنما يمكن إذا كان

---

(١) د : كبيرة
(٢) (أو كرة كبيرة) : مكرر فى د
(٣) د : منها
(٤) ف : فتدور
(٥) د : المحيط
(٦) ف : فى الهامش
(٧) د : غير موجود
(٨) د : (ثلاث وعشرين درجة وخمس وثلاثين دقيقة) بدلا من [كحـ له]
(٩) د : [إحدى وخمسين دقيقة] بدلا من (كحـ نا)
(١٠) د : مأمون
(١١) د : غير موجود
(١٢) د : ذلك أيضا
(١٣) د : غير موجود
(١٤) ف : فيشبه
(١٥) د : فإن
(١٦) د ، ف : ويشبه
(١٧) د : أن لا يكون
(١٨) د ، ف : فيشبه
(١٩) د : الثوابت
(٢٠) د : طور

بين كرة الكل وكرة الثوابت كرة أخرى يدور[١] قطباها حول قطبي حركة الكل وتكون كرة الثوابت يدور أيضا[٢] قطباها حول قطبي تلك الكرة فيعرض لقطبيها[٣] تارة أن تصير إلى جهة الشمال منخفضة وتارة إلى جهة[٤] الجنوب مرتفعة بدورها[٥] فيلزم من ذلك أن يضيق الميل تارة ويتسع أخرى[٦] وقد خمن فيه شيء آخر وهو أن تكون للشمس في كرة تدويرها حركة بطيئة نحو القطبين ولكنها تلزم فلك[٧] خارج[٨] المركز[٩] يديرها إلى المشرق والأول أشد مطابقة لسائر الاختلافات التي وجدت في مقدار زمان السنة[١٠] وظهور[١١] حركة الأوج[١٢] للشمس بعد خفائها ومما يتعلق بأمر الميل وما يتبع الميل مما أدرك[١٣] بعد فإنه يمكن الدلالة على القسي المطلوبة من الميل والمطالع وسعة المشرق وغير ذلك بشكل لا نحتاج فيه إلى تأليف النسبة ويتم بنسبة واحدة وقد تصرف فيه من قرب من زماننا ومن في زماننا ولنا في ذلك وجوه منها وجه[١٤] واحد وهو أن[١٥] نقول إذا تقاطع دائرتان[١٦] من الدوائر[١٧] الكبار مثل أ ب ، ا ج على أ وتعلم أن[١٨]

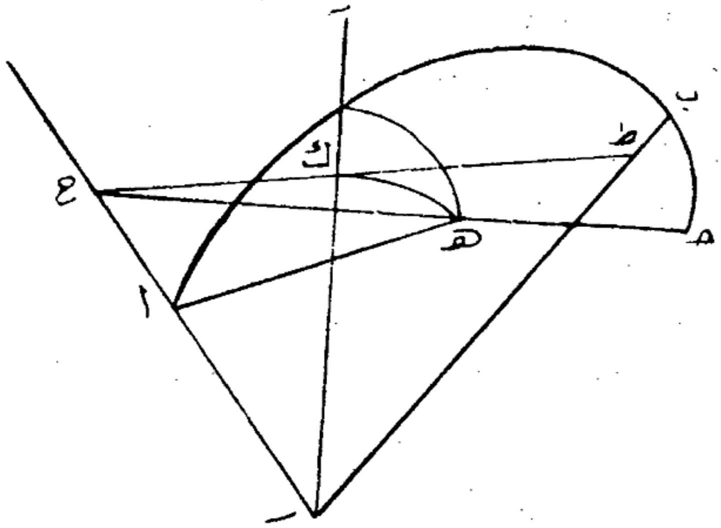
---

(١) د : يدور
(٢) [قطباها حول قطبي الكل وتكون كرة الثوابت تدور أيضا] : في هامش ف
(٣) د : نقطبها
(٤) د : غير موجود
(٥) د : غير موجود
(٦) د : غير موجود
(٧) د : فلكا
(٨) د : خارجا
(٩) د : لمركز
(١٠) [مطابقة لسائر الاختلافات التي وجدت في مقدار زمان السنة] : غير موجود في د
(١١) ف : فظهور
(١٢) د : غير موجود
(١٣) د : ادركت
(١٤) د : وجه
(١٥) د : أننا
(١٦) د : دائرتان
(١٧) د : غير موجود
(١٨) د : غير موجود

إحديهما (١) نقطتان مثل ب ، د وقام عليهما قوسان من الكبار تقطعان الأخرى مثل ب ح ، د ه ومعلوم أنهما من الكبار لأنهما قائمتان (٢) على أ ب فيخرجهما من قطب ا ب فنقول إن نسبة جيب ا ج إلى جيب ا ه مثل نسبة جيب ب ج إلى جيب د ه برهان (٣) ذلك (٤) ليكن ر مركز الكرة ونصل ج ه فإن كان موازيا لخط ا ر (٥) الخارج من المركز فبين أن جيب ا ج وجيب ا ه متساويان والنسبة واحدة وإن التقيا فليكن عند ح ولنصل ر ب ، ر د(٦) ونخرج ح ط عموداً على د ب(٧) و : ه ك عمودا على ر د وهما جيبا قوسي(٨) ج ب ، د ه ولأنهما عمودان على فصل مشترك بين سطحين قائم أحدهما على الآخرين أعني سطح دائرة ا ب وسطح دائرة ب ج ودائرة (٩) ه د وهما (١٠) عمودان على السطح ومتوازيان ونصل ط ك في سطح دائرة ا ب ونصل ك ح (١١) ونبين(١٢) أنه خط مستقيم بمثل ما بين في الشكل القطاع فيكون مثلث ج ط ح واقعا (١٣)فيه (١٤) ه ك موازيا للقاعدة فنسبة ح ح ، ه ح أعني جيب اج (١٥) الى (١٦) جيب ا ه كنسبة ط ح ، ه ك وهما الجيبان الآخران فإذا (١٧) تقرر هذا فلك أن تستخرج الميول الجزئية بأن تقول في ذلك الشكل بعينه نسبة جيب قوس ه ح المعلومة إلى جيب قوس ط ح

---

(١) د : على أحدهما
(٢) د : قائمان
(٣) د : برهانه
(٤) د : غير موجود
(٥) د : أ
(٦) د : ر ت
(٧) د : ر ب
(٨) د : قوس
(٩) د : أو دائرة
(١٠) د : مهما
(١١) [في سطح دائرة ا ب نصل ك ح] : غير موجود في د .
(١٢) د : وبين .
(١٣) ب ، د : واقع .
(١٤) ف : في
(١٥) ب : غير واضح
(١٦) د : غير موجود .
(١٧) ب : وإذا .



شكل (١٧٦)

المجهولة كنسبة جيب قوس ط ر (١) المعلومة إلى جيب قوس ا ب المعلومة وتستخرج (٢) المطالع في الكرة المنتصبة من ذلك الشكل بعينه فإن نسبة جيب ر ح المعلوم إلى جيب ح ب (٣) المعلوم (٤) كنسبة جيب ر ط المعلوم (٥) إلى جيب ط ا المجهول ف : ط ا (٦) المعلوم نسقطه من هـ ا الذى هو (ص)(٧) يبقى هـ ط وهو مطالع هـ ح معلوما وكذلك قد نعلم (٨) به سعة المشرق من عرض البلد (٩) فإن (١٠) نسبة جيب هـ ط المجهول وهو سعة المشرق إلى جيب ط ح المعلوم وهو ميل الدرجة كنسبة جيب ا هـ المعلوم وهو (ص)(١١) إلى هـ د وهو تمام عرض البلد وكذلك تعلم عرض البلد من ذلك لأن الرابع وهو تمام

(١) د : ط ر ح .
(٢) د : وستخرج .
(٣) ف : حـ ب
(٤) (إلى جيب ح ب المعلوم) : غير موجود فى د
(٥) ف : المعلومة .
(٦) (المجهول فـ : ط ا) : فى هامش ب ، وغير موجود فى د ، ف .
(٧) د : تسعون
(٨) د : يعلم
(٩) ف : البلدان .
(١٠) ف : غير موجود .
(١١) د : تسعون

عرض البلد يكون هو المجهول (١) وكذلك تعلم (٢) تعديل نهار كل (٣) درجة شئنا فإن (٤) نسبة جيب قوس تمام ميل الدرجة إلى جيب تمام سعة مشرقها كنسبة جيب القوس التي من قطب (٥) معدل النهار المنتظم من تمام الميل والميل وجميع ذلك معلوم إلى تمام تعديل النهار المجهول وإذا علمت تعديل نهار الدرجة فى عرض ما فقد علمت مطالعها فى ذلك العرض فإن نقصته أو زدته على مطالع الكرة المنتصبة خرجت المطالع المطلوبة وأنت يمكنك أن تستخرج العرض من تعديل النهار وتعديل النهار من العرض وتستخرج سعة المشرق منهما (٦) وبعضها من بعض على القانون المعلوم وقد يمكنك (٧) أن تستخرج (٨) بذلك حال الزوايا وبعد الكوكب عن (٩) معدل النهار ودرجة ممره لكنه يحوج (١٠) إلى توسيط (١١) معلوم يعلم (١٢) غير المعلومات المذكورة فيكون الحساب فى ذلك أطول من الحساب فى المعنى لأنه يحوج إلى معرفة (١٣) ذلك المعلوم وهو إما عرض الدرجة وإما ظلها فلا يكون ذلك اختصارا (١٤) بحسب الكتاب قد رصد بعد (١٥) بطليموس الأوج (١٦) فلم يوجد أوج الشمس حيث كان وجده (١٧) بطليموس بل وجد زائلا نحو المشرق مثل زوال الكواكب (١٨) الثابتة ووجدت

---

(١) وكذلك تعلم عرض البلد من ذلك لأن الرابع وهو تمام عرض البلد يكون هو المجهول] : غير موجود فى د

(٢) د : يعلم

(٣) ب : غير واضح

(٤) د : بأن — وفى ف : [شئنا فإن] غير واضح

(٥) (التى من القطب) : غير واضح فى ف

(٦) د : منها

(٧) د : يمكن

(٨) د : تعلم

(٩) د : من

(١٠) د : يخرج

(١١) د : توسط

(١٢) د : تعلم

(١٣) د : عرفه

(١٤) د : اختصار

(١٥) د : غير موجود

(١٦) د : غير موجود

(١٧) د : وحده

(١٨) د : الكوكب

الكواكب الثابتة زائلة (١) أيضا (٢) زوالا يوجب أن يكون فى كل ست وستين سنة (٣) درجة وإذا كان كذلك فإن كرة الشمس التى تحركها إلى المشرق لا يكون عودة الشمس فيها وعودتها(٤) فى فلك البروج فى زمان واحد لتقدم الأوج فلم يكن الصواب أن تشتغل فى استخراج وسط الشمس بعودتها إلى النقط (٥) بل بعودتها إلى بعد بعينه من بعض الثوابت (٦) إذ لو كان الأوج ثابتا لكان اعتبار عودتها (٧) إلى الثوابت متقدمة (٨) على (٩) درجته وكذلك (١٠) إذا كان متحركا فاعتبار عودته إلى النقط (١١) متأخرة (١٢) وقد (١٣) وجد أيضا جرم الشمس أصغر مما وجده بطليموس لأن فى حساب بطليموس ورصده شيئا (١٤) من التساهل وفى حساب هؤلاء استقصاء والطريق واحد . يجب أن تكون كرة الشمس الكبرى تلتئم (١٥) من عدة أكر إحداها (١٦) الكرة التى لأجلها تتحرك الحركة اليومية وتسمى المحركة وهى الكرة المحيطة والثانية الكرة التى لأجلها يتحرك أوجها حركة الثوابت وتسمى (١٧) الشبيهة ويكون وضعها من المحركة(١٨) وضع كرة الثوابت من الكرة الأولى والثالثة كرة الأوج المختلف الثخن يكون مركز سطحها الخارج مركز البروج ومخالفا (١٩) لمركز سطحها الباطن وهى التى تحركها الشبيهة والرابعة (٢٠)

---

(١) د : غير موجود .
(٢) ف : [أيضا زائلة] بدلا من [زائلة أيضا]
(٣) ف : فى الهامش
(٤) د : وعودته
(٥) د : النقطة .
(٦) د : الكواكب
(٧) د : عودته
(٨) ب : يتقدمه – وفى د : مقدمة
(٩) د : غير موجود
(١٠) د : فكذلك
(١١) د : النقطة
(١٢) ب ، د : يؤخره – وفى ف : غير واضح
(١٣) د : قد
(١٤) ب : شىء – وفى د : سى
(١٥) د : يلتئم
(١٦) ب : احداهما – وفى ف : احديهما
(١٧) د : ويسمى
(١٨) د : المركز
(١٩) ب : ومخالف
(٢٠) [كرة الأوج المختلف الثخن يكون مركز سطحها الخارج مركز البروج ومخالفا لمركز سطحها الباطن وهى التى تحركها الشبيهة والرابعة] : غير موجود فى د

الكرة التي تحركها (١) إلى المشرق وهي الخارجة المركز فيلزمها بسبب خروج المركز والمحور حركة الشبيهة اللازمة إياها وحركة (٢) المحركة (٣) وتكون تحت الخارجة المركز كرة سطحها الباطن مركز الأرض وسطحها الخارج مخالف ليتم به الثخن ثم تكون تحتها (٤) محركة الزهرة (٥) وكذلك يجب أن يكون لكل كوكب ويكون لعطارد والقمر كرة تحيط بخارجهما (٦) تتحرك (٧) إلى المغرب وتنقل الأوج وتكون أيضا خارجة المركز وتكون كرة أخرى تحرك أوجها البطيء فيكون لها أوج وفيها أوج فتنقل هي الأوج الأسفل بسرعة حركتها وتنقل (٨) الشبهية أوجها ببطء (٩) ولا يبعد أن يكون للزهرة وعطارد كرة لأجلها ينطبق عرضها ويجاوز (١٠) من جهة قطب إلى جهة قطب آخر ويكون حالها حال الكرة المظنونة بين الثوابت والكرة الأولى على أن الحركة السماوية إرادية ولا (١١) يمتنع فيها أن لا تتم الدائرة يجب أن تعلم أن حال كرة التدوير في الخمسة (١٢) أنها ملتئمة (١٣) من أكر تلزمها (١٤) حركات الأقطاب يكون بها الميول المختلفة للأقطاب (١٥) المشار إليها فتكون (١٦) كرة باطنة تفعل حركة الكواكب على مركزها وكرة يميل (١٧) قطبي (١٨) هذه على ما تقتضيه حركة أحد القطبين (١٩) وكرة (٢٠) يميل نقطتي (٢١)

---

(١) (الشبيهة والرابعة الكرة التي تحركها) . في هامش ف
(٢) د : حركة (٣) ف : غير واضح
(٤) د : تحته
(٥) ف : للزهرة
(٦) د ، ف : بخارجها
(٧) د : تخرج
(٨) د : وتنقل — وفي ف : في الهامش
(٩) د : ببطو
(١٠) ف : غير واضح
(١١) د : فلا (١٢) د : غير موجود
(١٣) د : غير واضح (١٤) ف : غير واضح
(١٥) ف : الأقطاب
(١٦) د : فتكو
(١٧) د : تميل
(١٨) ب ، د : قطر
(١٩) [يميل قطر هذه على ما تقتضيه حركة أحد القطبين] : في هامش ب — وفي د ، ف : القطرين
(٢٠) ب : غير موجود (٢١) د : بقطبي

هذه المدبلة إلى ما تقتضيه حركة القطر الثانى من الالتواء والانحراف واعلم (١) أن الرصد الحديث أخرج مقادير الخطوط الواصلة ونسب أولى(٢) أفلاك التداوير مخالفة بشىء يسير لما(٣) أوجبه بطليموس لكنا من(٤) وراء أن يتحقق ذلك برصد نحاوله(٥) نرجو (٦) أن نبلغ (٧) فى استقصائه ما لم يبلغ من (٨) قبلنا (٩) بعون (١٠) الله وحسن توفيقه .

آخر كتاب المجسطى مما اختصره الشيخ الرئيس أبو على الحسين بن عبد الله بن سينا رحمة الله عليه وحسبنا الله ونعم النصير وصلى الله على سيدنا محمد وآله الطاهرين وسلامه . (١١)

---

(١) د : غير موجود

(٢) د : أقطار

(٣) د : بما

(٤) د : غير موجود

(٥) ف : محاولة

(٦) ت : يرجو

(٧) ف : يبلغ

(٨) د : غير موجود

(٩) [يبلغ من قبلنا] : غير واضح فى ف

(١٠) د : بمعونة

(١١) [آخر كتاب المجسطى مما اختصره الشيخ الرئيس أبو على الحسين بن عبد الله بن سينا رحمة الله عليه وحسبنا الله ونعم النصير وصلى الله على سيدنا محمد وآله الطاهرين وسلامه] : غير موجود فى د

مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب

رقم الايداع بدار الكتب ١٩٨٠/٤٤١١

ISBN ٩٧٧ ٢٠١ ٩٠٢ ٧

seur conduisit à aller enseigner dans des pays arabes frères loin de nous et pour qui la poursuite des expériences et des vérifications était une lourde charge.

M. Sai'd Zâyed accepta heureusement ce fardeau qui exigeait de gros efforts même pour un connaisseur bien au fait d'Ibn Sîna et de son style.

Pour terminer ce tour d'horizon, je voudrais saluer la mémoire du regretté Réda Madwar dont le décès fut une grande perte et adresser mes plus vifs remerciements à ceux qui ont pris sa relève pour le travail qu'ils ont accompli et la mission qu'ils ont remplie.

Docteur Ibrahim Madkour

ajoute à la fin un traité supplémentaire, précisant qu'il offre là des éléments nouveaux qui ne contient pas le livre de Ptolémée. C'est au fond ce qui ressemble le plus à un commentaire fait sur l'astronomie grec, à la lumière des résultats auxquels étaient arrivés les astronomes arabes du passé et du présent. Ibn Sîna ne prétend absolument pas être un spécialiste de l'astronomie, ni avoir fait lui-même des observations inédites. Il demande à ses collègues, avec une humilité manifeste de lui pardonner ses erreurs. Pour le dire en un mot, il était un chercheur spéculatif qui étudiait à fond les problèmes théoriques de l'astronomie et les exposait nettement et clairement.

En second lieu, il est visible qu'il met un lien étroit entre mathématique et astronomie tandis qu'il écarte de cette dernière l'astrologie, cette « science des décrets inscrits dans les étoiles » qu'il considérait comme une branche des sciences naturelles, au même titre que la physiognomonie ou l'interprétation des songes.

Ibn Sîna fut un mathématicien précis, mathématicien dans son vocabulaire technique (parlant d'angle, de sinus, de corde) qui semble avoir eu cours dans les milieux savants. Comme il vaudrait la peine de se pencher sur ce vocabulaire technique pour en faire l'inventaire afin de relier le passé et le présent. Ce fut également un mathématicien dans les figures géométriques précises qu'il analyse avec profondeur. Que l'astronomie chez lui est proche d'une étude géométrique avec son vocabulaire propre comme en témoignent les mots d'apogée, de périgée, etc...

• • •

Le Livre de l'Astronomie comble un vide dans l'histoire de cette science chez les Arabes dont beaucoup de textes fondamentaux n'ont pas encore été découverts par nous. Peut-être était-ce inscrit dans le destin du latin plus que dans celui de la langue arabe. Nous espérons que la publication du présent ouvrage attirera les regards sur ces trésors de précision. L'essai de publication ne fut pas à l'abri de maintes difficultés. L'établissement du texte fut d'abord confié au doyen des astronomes égyptiens contemporains, le regretté Mohammad Reda Madwar. Mais l'âge et la proximité de sa fin ne lui permirent pas d'accomplir cette mission. L'on s'adressa ensuite au Dr. Imam Ibrahim Ahmad que sa carrière de profes-

vres qui n'avaient pas leur pareil, c'est-à-dire l'*Organon* d'Aristote en logique, l'*Almageste* de Ptolémée en astronomie et le *Kitâb* de Sibawayh en grammaire. L'*Almageste* fut traduit à plusieurs reprises. Sallem, directeur de la Bayt al-Hikma (la Maison de la Sagesse) le transcrit en hâte, sur l'ordre de Yahya le Barmécide. Isaac b. Honayn reprit le travail exécuté, les scholars s'en emparèrent pour le commenter, le résumer. Ainsi Thâbet b. Qorra, Honayn b. Ishaq, al-Kindi, al-Khawarizmi au troisième siècle de l'Hégire. Al-Battâni, al-Zawzajâni, b. Yûnus al Masri au quatrième siècle, Ibn Sîna, al-Birûni au cinquième. Et tous adoptèrent de nombreuses positions de Ptolémée. Ils dirent ainsi qeu la terre était le centre de l'Univers, que le soleil et la lune tournaient autour d'elle, que la lune était le corps céleste le plus rapproché de la terre. Et à leur point de vue, l'astronomie de Ptolémée écrasa en quelque sorte l'astronomie d'Aristote.

Dans l'édition des sections scientifiques du *Shifâ*, nous avions déjà signalé qu'Ibn Sîna était un savant versé dans le domaine des sciences naturelles et mathématiques. Trois parties des mathématiques du *Shifâ* ont déjà paru successivement : la musique, l'arithmétique et la géométrie. Nous sommes heureux d'y ajouter aujourd'hui l'astronomie comme quatrième et dernière partie. Celle-ci est incontestablement la plus abondante par sa matière et la plus détaillée. Et bien qu'Ibn Sîna la compte pour un simple résumé de l'*Almageste*, sans commentaire, ce qui est en fait la manière de composer d'Ibn Sîna. Il prend soin d'exposer idées et pensées dans son style et sa langue sans se référer au texte précédent qu'il commente et glose. Cette façon de procéder diffère de la méthode de commentaire suivie par Ibn Roshd.

Dans l'Islam, l'étude de l'astronomie durait déjà depuis trois siècles. Il était fatal qu'il la connaisse et qu'il en tire profit. Il déclare qu'il a suivi les auteurs récents, uniquement sur des points qui ne font aucune difficulté. Fondamentalement il s'appuie sur l'*Almageste* lui-même, annonçant qu'il éviterait de traiter à fond les problèmes et d'entrer dans les détails, remettant à plus tard cette opération, dans un livre qui, en fait, n'a pas vu le jour, ce *kitâb al-lawâhiq* qu'il avait promis en d'autres circonstances et que la mort l'empêcha de réaliser.

Un regrad sur le « Livre de l'Astronomie » montre d'abord qu'il suit la division de l'*Almageste*, comprenant treize traités (*maqâla*) conformément à son modèle lui-même. Il y

ne se sont-elles pas développées dans une atmosphère de légendes et de fables. L'homme était, et il l'est encoe, démangé par le désir de savoir son avenir, ses chances et le sort qui l'attendait, son bonheur aussi bien que son malheur, sa santé, sa maladie, le tout grâce au mouvement des corps célestes. Il voulait se prémunir contre les guerres et les catastrophes à l'aide de l'astrologie. Le lever d'une étoile lui donnait de l'optimisme, sa disparition avait l'effet contraire. Quel vaste champ d'activité pour les devins et les astrologues ! On dit qu'al-Mansour, le second calife abbasside, avait un amour sans mesure pour les astrologues qu'il choisissait pour l'accompagner dans tous ses déplacements. C'est à la lumière de leurs prédictions que fut posée la première pierre de la ville de Bagdad. Que de fois al-Hakem bi-Amr Illah ne se rendit-il pas à son observatoire pour se faire donner un horoscope et découvrir l'avenir.

L'astrologie, dans la civilisation arabe, a pris pour nom celui de « Science des décrets inscrits dans les étoiles ». Les uns l'acceptèrent, d'autres la refusèrent. A la tête du refus se place al-Kindi, al-Farabi, Ibn Sîna, Ibn Hazm, Ibn Tofayl. Et nous nous tromperions si nous prétendions qu'Aristote et Ptolémeé, parmi les anciens astronomes, ne leur avaient pas préparé le terrain.

* * *

Les études astronomiques ont été connues en Orient déjà aux temps de l'Ancienne Egypte et de Babylone, chez les habitants de l'Inde et de la Perse également. Certaines d'entre elles précédèrent les travaux des Grecs et les influencèrent. L'Islam donna une vigoureuse impulsion à ces recherches avec tout ce qu'elles comportaient d'hypothétique, avec la fixation précise des temps à côté d'une activité de prédiction et d'astrologie qui conservait tout son attrait. Il semble que le monde musulman ait été touché par l'astronomie indienne avant de l'être par celle de la Grèce.

Al-Mansour avait invité Mohammad b. Ibrahim al-Fazari à traduire le « Livre du Sind-Hind ». Celui-ci le rendit en arabe à partir du sanscrit. Le destin a voulu que ce livre dont rien ne nous est parvenu, vive et soit l'objet d'études jusqu'à l'époque d'al-Ma'moun. Ensuite les regards se tournèrent vers Ptolémée que les savants musulmans comptèrent à bon droit pour le premier des astronomes grecs. Ils couvrirent de grands éloges son livre, l'*Almageste,* qui était le pilier de leurs études d'astronomie. Ils se considérèrent comme le troisième des li-

PRÉFACE

Dr. IBRAHIM MADKOUR

Le mouvement scientifique commença très tôt en terre d'Islam. Dès les dernières années du premier siècle de l'Hégire ,ce mouvement a porté sur des sciences humaines, droit et traditions, littérature et language. Puis le mouvement ne tarda guère à s'étendre aux sciences naturelles et mathématiques. Les musulmans approfondirent leurs connaissances en toutes ces matières durant les trois siècles qui suivirent. Ils tenaient à profiter des cultures précédentes, orientales et occidentales. Ils empruntèrent ainsi aux civilisations de l'Inde et de la Perse, aussi bien qu'à celles des Grecs et des Latins. Ils tracèrent des programmes clairs d'études et de recherches. Des écoles apparurent parmi eux ainsi que des groupes, chacun d'entre eux se distinguant des autres par certaines vues et certaines théories. Ils manifestèrent un souci particulier pour trois disciplines au sein des sciences naturelles et mathématiques : la médecine, la chimie et l'astronomie, cette science des sphères ou des corps célestes comme l'on disait.

Laissons de côté la médecine et la chimie pour nous en tenir un instant à l'astronomie. Il nous est permis d'affirmer qu'aucune étude expérimentale n'a passionné les savants musulmans autant que celle des phénomènes astronomiques. Ils ont fondé des observatoires, utilisant des appareils d'observation précise. Ils ont procédé à de multiples observations qui leur firent découvrir des vérités scientifiques importantes. Les califes et les gouverneurs se prirent d'émulation en ce domaine, si bien que chacun d'entre eux eut son observatoire personnel que dirigeait un astronome célèbre. Ainsi l'observatoire d'al-Ma'moun sur le mont Qaysoun à Damas et celui des Bani Shâker à Bagdad, celui d'al-Hâkem sur le Moqattam au Caire et celui de Nasîr al-Dîn al-Tûsi à Marâgha.

Cela n'a rien d'étrange. Car dans ces débuts, astronomie et astrologie se compénétraient. Que de sciences authentiques

TABLE DES MATIERES

IBN SĪNĀ

AL-SHIFĀ'

MATHÉMATIQUES

4 - ASTRONOMIE

Etabli Par

Mohammad Madwar *Imam Ibrahim Ahmad*

Révisé et préfacé par

Ibrahim Madkour

L'Organisation Egyptienne Générale du Livre
1980

IBN SĪNĀ

AL-SHIFĀ'

MATHÉMATIQUES

4- - ASTRONOMIE

Révisé et préfacé par

Ibrahim Madkour

Etabli Par

Mohammad Madwar *Imam Ibrahim Ahmad*

L'Organisanon Egyptienne Générale du Livre
1980